ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 13 Fascicule 4 1992



PUBLICATION TRIMESTRIELLE
AVEC LE CONCOURS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Novembre 1992

CRYPTOGAMIE
Algologie

ANCIENNE REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée par P. Allorge et G. Hamel en 1922

Directeur-Rédacteur: P. Bourrelly
Editeur: A.D.A.C. - 12 rue Buffon F-75005 Paris.

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 2 exemplaires) à la rédaction de Cryptogamie, Algologie. L'avis d'un lecteur au moins sera requis avant accord pour publication. Bien qu'étant une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, allemand, italien et espagnol sont acceptés. Les disquettes de micro-ordinateur (IBM, IBM compatible, et MacIntosh) sont vivement souhaitées. Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS **Tome 13, 1992**

CRYPTOGAMIE comprend trois sections: Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section:	France: (326 F ht) 332,85 F ttc -	Étranger: 357,00 F
Pour les 3 sections:	France: (918 F ht) 937,28 F ttc -	Étranger: 1000,00 F

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de:
A.D.A.C. - CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S),
adressé à: A.D.A.C. 12, rue Buffon, F-75005 Paris.

CRYPTOGAMIE, Algologie est indexé par *Aquatic Sciences Fisheries Abstracts Part 1, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Current Contents, Marine Science Contents Tables (F.A.O.),* Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 13 FASCICULE 4 1992

CONTENTS



QUELQUES CYANOPHYCÉES RARES DU LAC DE BAFA (TURQUIE)

S. CIRIK-ALTINDAG*, A. COUTÉ** et S. CIRIK***

* Faculté (École supérieure) des Produits Aquatiques de l'Université d'Égée, Bornova/Izmir (Turquie).
** Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris.
*** Institut des Sciences et de Technologie Marine de l'Université de Dokuz Eylül, P.K. 478, Izmir (Turquie).

RÉSUMÉ - En juillet 1989, le lac de Bafa situé en Anatolie occidentale (Turquie) a présenté un phénomène de fleur d'eau très important. Lors de l'inventaire des algues qui en étaient la cause, les auteurs ont observé trois Cyanophycées rarement signalées au monde. Deux d'entre elles sont nouvelles pour la Turquie (*Anabaena bergii* et *Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii*). La troisième est signalée pour la deuxième fois seulement dans cette région (*Aphanizomenon aphanizomenoides*). Elles sont décrites avec précision. Un bilan des connaissances des différents taxons appartenant à la classe des Cyanophycées, pour la Turquie, est donné.

ABSTRACT - In july 1989, a very large bloom appeared in Bafa lake situated in western Anatolia (Turkey). When taking the inventory of the algae which caused this phenomenon, three Cyanophytes very rarely mentionned in the world have been observed. Two are new for Turkey (*Anabaena bergii* and *Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii*). The third is mentioned for the second time in this region (*Aphanizomenon aphanizomenoides*). They are described with many details. An assessment of the knowledge of the different taxa belonging to the Cyanophyceae for Turkey is given.

MOTS CLÉS : Cyanophycées, taxinomie, Lac Bafa, Turquie.

INTRODUCTION

La Turquie, jusqu'à présent, n'a été l'objet que d'un nombre restreint d'études taxinomiques du phytoplancton des lacs d'eau douce ou saumâtre. Une petite quantité de travaux seulement peut être répertoriée depuis 1937 (Skuja, 1937; Gessner, 1957; Güner, 1970; Demirhindi, 1972; Geldiay & Tareen, 1972; Tanyolac & Karabatak, 1974; Cirik, 1982; Altuner, 1984; Obali, 1984; Unal, 1984; Gönülol, 1985; Yildiz, 1986; Cirik & Cirik, 1989a et b; Cirik *et al.*, 1990).

Aucune de ces recherches, à l'exception de celles de Demirhindi et de Cirik *et al.*, ne concerne l'aspect phytoplanctonique du lac de Bafa situé dans la région sud-ouest de la Turquie. Or, ce réservoir représente une importante réserve du point de vue piscicole (Artüz, 1958; Balik & Ustaoglu, 1988) et est exploité activement par des pêcheries (tableau I). Cependant, depuis plusieurs années, les pêcheurs locaux ont constaté une baisse alarmante notoire de la productivité piscicole du lac. De plus, en



avril 1988, un phénomène de mortalité intensive a frappé les populations de carpes (= *Cyprinus carpio* L.).

Tableau I: principales espèces de poissons d'intérêt économique du lac de Bafa. Tonnage annuel prélevé toutes espèces confondues: entre 75 et 100 tonnes (d'après Balik & Ustaoglu, 1988).

Acanthobrama mirabilis Ladiges (pas de nom français)
Anguilla anguilla L. (= anguille)
Cyprinus carpio L. (= carpe)
Dicentrarchus labrax L. (= loup ou bar)
Liza ramada Brisso (= mulet porc)
Mugil cephalus L. (=mulet à grosse tête)

Une première étude des variations saisonnières des algues planctoniques du lac a donc été entreprise en 1989 (Cirik *et al.*, 1990). Elle a mis en évidence l'absence des espèces sténohalines et la faiblesse de la diversité spécifique. Elle a montré aussi que les Cyanophycées et les Chlorophycées étaient prédominantes, particulièrement au printemps et en été, et qu'elles étaient responsables des phénomènes de fleurs d'eau.

Dans les échantillons récoltés durant cette période, ont été observées trois Cyanophycées rares qu'il nous a semblé intéressant de décrire, en détail, ici.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le lac de Bafa est situé par 37°29'4"-37°33'4"N et 27°22'5"-27°31'5"E. C'est le plus important des lacs de la région égéenne de Turquie, avec 65 km^2 de superficie, 19 m de profondeur, 15,3 km de longueur maximale et 4,5 km de largeur maximale (Turgutcan, 1957).

Il s'agit d'une ancienne baie marine qui s'est trouvée séparée, pendant l'Antiquité, de la mer Egée par des apports alluviaux dûs à la rivière Grand Méandre. Actuellement, cette dernière dévie son cours et passe à un kilomètre environ du lac (fig. 1). Aucune agglomération ou village n'est situé sur le pourtour du réservoir qui est bordé par des zones d'agriculture non intensive n'utilisant pas d'engrais.

Les récoltes de phytoplancton ont été effectuées à l'aide d'un filet de 50 µm de vide de maille, dans cinq stations réparties dans les différentes zones du lac (fig. 1). La fixation du matériel biologique a été faite immédiatement après le prélèvement avec une solution aqueuse de formaldéhyde à 2-5% final, neutralisée au borax.

Les observations et les prises de vues ont été réalisées sur un microscope Wild M 20 équipé d'un appareillage photographique automatique Microphoto-automate.

Les conditions physico-chimiques du lac ont été étudiées récemment par Yaramaz *et al.* (1988). Ainsi, la température de l'eau varie, au cours de l'année, de 9,7 à 31,5°C, le pH, de 7,05 à 8,70, l'oxygène dissous, de 3,00 à 15,23 mg l^{-1}, la salinité de 2,93 à 5,62 g l^{-1} et les matières en suspension de 0,20 à 179,70mg l^{-1}. Les nitrites, pour leur part, évoluent de 0,00 à 49,61 µg l^{-1}, les nitrates, de 0,24 à 41,00µg l^{-1}, l'azote ammoniacal de 0,00 à 504,46 µg l^{-1} et les phosphates de 0,00 à 93,95 µg l^{-1}.

La salinité semble, actuellement, continuer d'augmenter. Ainsi, les mesures effectuées récemment par l'un d'entre nous pour les années 1989 et 1990 ont montré qu'elle oscille maintenant entre 5 et 11 g l^{-1}.

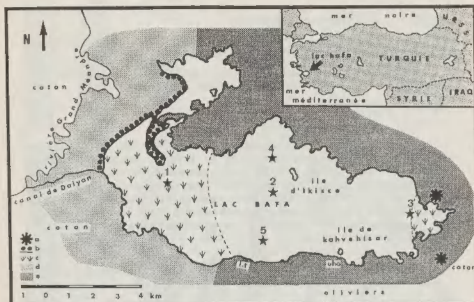


Figure 1: carte de la configuration du lac de Bafa. Dans l'encadré, localisation du lac en Turquie. Pour la carte principale, a: village; b: digue; c: plantes aquatiques; d: alluvions; e: rochers; i.t.: installation touristique, uho: usine d'huile d'olives.

Tableau II: moyennes saisonnières des principaux paramètres physico-chimiques du lac de Bafa entre 1989-1990 (mesures effectuées par Cirik-Altindag et Cirik).

Paramètres	Températures °C	Salinité $g\ l^{-1}$	Oxygène dissous $mg\ l^{-1}$	pH	Transparence m
Saisons					
printemps	18	7,0	9	7,5	1,5
été	28	7,5	6	7,0	1,0
automne	21	6,5	7	7,0	2,0
hiver	12	5,0	9,5	6,5	3,0

Tableau III: moyennes annuelles obtenues par Yaramaz *et al.* (1988) en 1987 pour la salinité, la température de l'eau, la teneur en oxygène dissous et le seston dans quatre stations de prélèvement du lac de Bafa.

	Stations			
Paramètres	Station 1	Station 3	Station 4	Station 5
salinité $g\ l^{-1}$	4,49±0,37	4,21±0,42	4,33±0,32	4,39±0,37
température °C	19,70±5,03	19,68±5,29	18,42±4,82	19,75±5,22
oxygène dissous $mg\ l^{-1}$	9,87±2,35	8,75±1,53	8,96±1,35	8,44±1,36
seston (= matières en suspension)=	33,23±2,49	10,86±3,75	13,16±4,94	12,44±4,96

Toutes les valeurs fournies ici sont valables pour l'ensemble des stations considérées. Il s'agit des moyennes annuelles.

Dans le tableau II, sont regroupées les moyennes saisonnières des principaux paramètres physico-chimiques pour les différentes saisons.

Le tableau III montre, pour comparaison, les résultats obtenus par Yaramaz *et al.*, (1988) pour l'année 1987 et pour quatre des cinq stations concernées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le 13 juillet 1989, un phénomène de fleur d'eau a été observé dans les différentes stations de prélèvement du lac de Bafa, dû essentiellement à des Cyanophycées. Parmi celles-ci, trois ont, jusqu'à présent, rarement été signalées et sont observées pour la première fois en Turquie pour deux d'entre elles. Il s'agit d'*Anabaena bergii* Ostenfeld, d'*Anabaenopsis elenkinii* Miller var. *elenkinii* fo. *kelifii* (Kogan) Jeeji-Bai et d'*Aphanizomenon aphanizomenoides* (Forti) Horecka et Komàrek. Leur description est donnée ci-dessous. Les autres algues les accompagnant sont répertoriées dans le tableau IV.

Tableau IV: liste des algues associées aux trois Cyanophycées étudiées présentes lors de la fleur d'eau du 13-07-1989, dans le lac de Bafa.

Cyanophyceae
Anabaena oscillarioides Bory ex Born. et Flah. var. *tenuis* (Lemm.) Geitl.
Anabaena spiroides Klebahn
Chroococcus limneticus Lemm.
Lyngbya foveolarum (Mont. ex Gom.) Hansg.
Lyngbya limnetica Lemm.
Merismopedia punctata Meyen
Merismopedia tenuissima Lemm.
Oscillatoria formosa Bory ex Gom.
Oscillatoria granulata Gardner
Oscillatoria tenuis Ag. ex Gom.
Pseudanabaena catenata Lauterb.

Chlorophyceae
Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.
Scenedesmus acutus Meyen

Diatomophyceae
Chaetoceros muelleri Lemm.
Chaetoceros wighamii Brightwell
Diatoma vulgare Bory
Navicula sp.
Nitzschia acicularis W. Smith var. *closterioides* Grün.
Pleurosigma sp.
Synedra pulchella Kütz.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrbg.

Dinophyceae
Peridinium bipes Stein

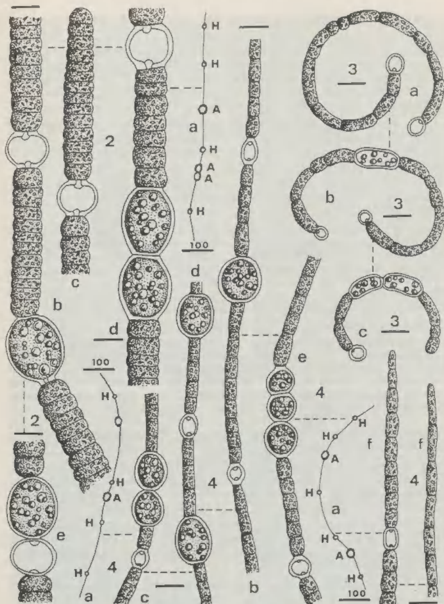


Figure 2: *Anabaena bergii*; a: vue générale d'un fragment de trichome; b, d, e: fragments montrant les positions relatives des hétérocystes (H) et des akinètes (A); c: apex. Figure 3: *Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii*; a: trichome en division; b: trichome avec un akinète; c: trichome à deux akinètes contigus. Figure 4: *Aphanizomenon aphanizomenoides*; a: deux vues générales de fragments de trichome; b, c, d, e: fragments montrant les positions relatives des hétérocystes (H) et des akinètes (A); f: deux apex. Les traits d'échelle représentent, sauf indication contraire, 10 µm.

***Anabaena bergii* Ostenfeld 1908 var. *bergii* fo. *bergii*,** fig. 2 et 5 à 8.

Les trichomes sont droits (fig. 5), solitaires et peuvent dépasser 900 µm de longueur. Ils sont très sombres. Les cellules végétatives, subsphériques, ont de 6 à 8 µm de longueur pour 10 à 13 µm de largeur. Elles sont nettement constrictées au niveau des cloisons transversales. Elles renferment de très nombreuses vacuoles gazeuses (fig. 6 et 7). Les apex des trichomes ont un diamètre qui va en s'amenuisant vers l'extrémité. La cellule apicale est convexe (fig. 8).

Les hétérocystes sont ovoïdes (fig. 2b, c, d et 6 et 7) et, la plupart, plus larges que longs (longueur: 10-11 µm; largeur: 13-15 µm). Ils peuvent être assez nombreux par trichome. Ils sont toujours séparés les uns des autres et éloignés des akinètes et des apex.

Les akinètes sont ellipsoïdaux (longueur: 23-24 µm; largeur: 16-20 µm). Leur paroi est lisse et colorée en jaune. Ils sont généralement isolés mais on peut les rencontrer associés par deux (fig. 2d).

Par leur aspect général, les dimensions et les formes des cellules végétatives, des hétérocystes et des akinètes, nos échantillons correspondent bien à l'algue décrite en 1908 dans le plancton d'eau saumâtre du golfe Tschernyschew de la mer d'Aral, par Ostenfeld. Dans leur description de la nouvelle variété *A. bergii* var. *limnetica* Couté et Preisig (1978) font une comparaison détaillée entre le type de l'espèce, leur variété *limnetica*, la forme *A. bergii* var. *bergii* fo. *minor* (Kissel.) Kossinsk. et *Aphanizomenon ovalisporum* var. *ovalisporum* fo. *brevicellum* Ulomsky.

L'algue du lac de Bafa, trouvée pour la première fois en Turquie, est peu abondante dans les récoltes (fréquence = 1% de la fréquence de *Aphanizomenon aphanizomenoides*). Elle se distingue légèrement du type de l'espèce par la configuration de ses apex beaucoup moins effilés et par la salinité plus faible du milieu. Dans le lac de Bafa, la teneur en chlorure de sodium atteint, au printemps, 7 g l^{-1} alors que dans la mer d'Aral, elle était de 11 g l^{-1} (Ostenfeld, 1908) et de 12-13 g l^{-1}, dans la Caspienne où cette algue a aussi été rencontrée (Kondratieva, 1968).

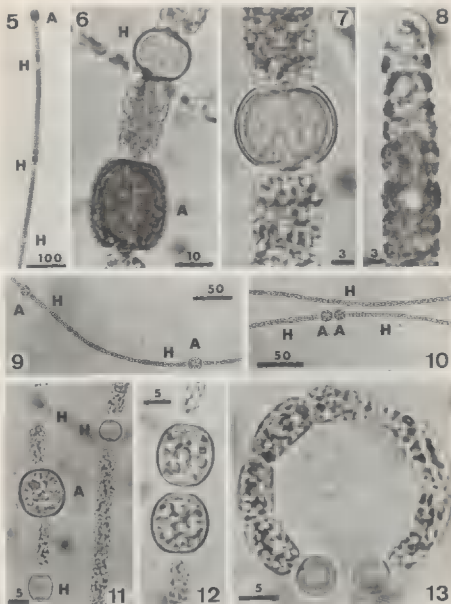
***Anabaenopsis elenkinii* Miller var. *elenkinii* fo. *kelifii* (Kogan) Jeegi-Bai *in* Jeeji-Bai, Hegewald et Soeder (1977)** fig. 3 et 13

Trichomes isolés, enroulés en cercle (fig. 13) ou en spirale lâche (fig. 3a, b). Les cellules végétatives sont cylindriques (longueur: 11-13 µm; largeur: 3-5 µm) et nettement constrictées aux cloisons transversales. Elles renferment des vacuoles gazeuses en abondance (fig. 13).

Les hétérocystes, sphériques (diamètre: 4-5 µm) sont toujours terminaux. Toutefois, dans les trichomes en cours de fragmentation, on peut observer la formation de deux hétérocystes, en position intercalaire, à partir d'une cellule végétative (fig. 3a) de la région médiane du thalle.

Les akinètes sont de forme cylindrique (fig. 3b, c). Leur largeur varie de 7 à 9 µm et leur longueur de 13 à 19 µm. Leurs sommets sont arrondis. Leur paroi est lisse et n'apparaît pas colorée. Ils sont toujours localisés dans la région médiane du trichome, seuls ou par deux ou trois contigus. Ils ne sont jamais accolés aux hétérocystes.

Nos échantillons, par leur allure générale, les dimensions et formes de leurs cellules végétatives, de leurs hétérocystes et akinètes, correspondent bien à l'algue décrite par Kogan (1962) sous le nom d'*Anabaenopsis kelifii* et récoltée au Turkménistan. Cette espèce a été ramenée au rang de forme par Jeegi-Bai *in* Jeeji-Bai



Figures 5 à 8: *Anabaena bergii:* 5: vue générale d'un fragment de trichome (H: hétérocyste; A: akinète); 6: fragment d'un trichome avec un hétérocyste (H) et un akinète (A); 7: détail d'un hétérocyste; 8: apex d'un trichome. Figures 9 à 12: *Aphanizomenon aphanizomenoides:* 9-10: vues générales de deux fragments avec akinètes (A) et hétérocystes (H); 11-12: détails de trois fragments de trichomes. Figure 13: *Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii:* vue générale d'un trichome. Les valeurs des échelles sont exprimées en micromètres (µm).

et al. (1977) sous l'appellation d'*Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii*. Les mêmes auteurs ont confirmé, par une analyse statistique comparative, en 1980, ce point de vue que nous partageons.

L'algue du lac de Bafa est observée pour la première fois en Turquie. Elle est la moins abondante, dans les récoltes, des trois Cyanophycées intéressantes de cette étude (fréquence: 1% de la fréquence d'*Aphanizomenon aphanizomenoides*).

***Aphanizomenon aphanizomenoides* (Forti) Horecka et Komàrek var. *aphanizomenoides* fo. *aphanizomenoides* (1979)** fig. 4 et 9 à 12

Trichomes droits, de 580 jusqu'à 900 µm de longueur et de 4 à 6 µm de diamètre (fig. 4a et b; 9-10). Les cellules végétatives, cylindriques, ont 8 à 12 µm de longueur et sont légèrement constrictées au niveau des cloisons transversales. Leur contenu est dense, renfermant de nombreuses vacuoles gazeuses. Les apex des trichomes sont atténués (fig. 4f).

Les hétérocystes sont sphériques (fig. 4e et 11) (diamètre: 5 à 7 µm) à subsphériques, voire elliptiques (6-8 µm de longueur; 4,5-6 µm de largeur). Ils sont souvent assez nombreux par trichome et toujours séparés les uns des autres par plusieurs cellules végétatives (fig. 4a et 9). Ils sont toujours localisés loin des apex.

Les akinètes sont sphériques à ovoïdes (diamètre: 10-13 µm). Leur paroi lisse est colorée de jaune. Ils sont rarement contigus par deux (fig. 4c et 12) ou par trois (fig. 4e). Chez de très rares trichomes, ils sont directement en contact avec un ou plusieurs hétérocystes. Ils sont fréquents dans les exemplaires récoltés dans les différentes stations.

Nos échantillons, par leur aspect général, les dimensions et formes de leurs cellules végétatives, de leurs hétérocystes et akinètes, correspondent bien à l'algue décrite par Forti (1911) sous le nom d'*Anabaena aphanizomenoides* et récoltée le 20 août 1900 dans un lac près de la ville d'Iznik (ancienne Nicée) en Turquie. Ce même taxon a été observé, par la suite, en été, dans des régions chaudes du S.E. de l'Europe telles que la Hongrie (Hortobagyi, 1955; Hegewald *et al.*, 1975; Schmidt, 1975), la Tchécoslovaquie (Horecka et Komàrek, 1979), l'URSS (Kisselev, 1955, sous le nom d'*Aphanizomenon sphaericum* Kisselev, aux Indes (Desikachary, 1959) et en Malaisie (Prowse, 1972) où elle forme des fleurs d'eau dans des bassins d'élevage de poissons.

En raison de la réduction progressive de diamètre, de l'élongation et de l'aspect hyalin des cellules apicales, Horecka et Komàrek (1979) ont rattaché au genre *Aphanizomenon Anabaena aphanizomenoides* qui est ainsi devenu *Aphanizomenon aphanizomenoides*. A cette occasion, ils ont aussi considéré comme synonyme de ce taxon l'*Aphanizomenon sphaericum* décrit par Kisselev du Kazakhstan.

L'algue du lac de Bafa rencontrée seulement pour la deuxième fois en Turquie, se distingue légèrement de celles mentionnées ci-dessus par la faible fréquence de la contiguïté entre hétérocystes et akinètes. Par contre, ses conditions écologiques correspondent bien à celles signalées par Horecka et Komàrek (1979), à savoir eaux eutrophes surtout de régions tropicales à subtropicales.

Aphanizomenon aphanizomenoides est, de loin, la plus abondante des trois Cyanophycées intéressantes de cette étude.

CONCLUSION

Notre étude du bloom algal qui s'est produit en juillet 1989 dans le lac de Bafa en Turquie occidentale permet de compléter la connaissance des Cyanophycées de cette région. Ainsi, sont signalés, pour la première fois en Turquie, le genre *Anabaenopsis* Wolosz., l'espèce *Anabaena bergii* Ostenfeld var. *bergii* fo. *bergii*, la variété *Anabaena oscillarioides* Bory var. *tenuis* (Lemm.) Geitl. (algue accompagnatrice, cf. tableau 4) et la forme *Anabaenopsis elenkinii* Miller var. *elenkinii* fo. *kelifii* (Kogan) Jeeji-Bai. Ces trois algues s'ajoutent aux 83 taxons appartenant à la classe des Cyanophycées déjà répertoriées pour la Turquie (voir tableau V).

De plus, l'observation, dans le lac de Bafa, d'*Anabaena bergii* var. *bergii* fo. *bergii*, d'*Anabaenopsis elenkinii* var. *elenkinii* fo. *kelifii* et d'*Aphanizomenon aphanizomenoides*, Cyanophycées rarement signalées, aboutit à élargir leur aire de répartition.

Tableau V: liste des Cyanophycées citées pour la Turquie à l'heure actuelle (à notre connaissance).

Anabaena ambigua Rao var. *minor* (Ley.) Fritsch [Cirik, 1982]
A. circinalis Rabenh. ex Born. et Flah. [Cirik & Cirik, 1989a]
A. flos-aquae (Lyngb.) Breb. ex Born et Flah. [Demirhindi, 1972; Tanyolac, 1974; Altuner, 1984]
A. solitaria Kleb. var. *solitaria* fo. *planctonica* (Brunth.) Kom. [Cirik, 1982; Cirik & Cirik, 1989a]
A. solitaria var. *solitaria* fo. *smithii* Kom. [Cirik, 1982]
A. spiroides Kleb. var. *spiroides* fo. *spiroides* [Cirik, 1982; Cirik & Cirik, 1989a; Cirik & Cirik, 1989b]
A. spiroides var. *spiroides* fo. *crassa* (Lemm.) Elenk. [Cirik, 1982]
A. variabilis Kütz. ex Born et Flah. [Gessner, 1957; Cirik & Cirik, 1989a]
Aphanizomenon aphanizomenoides (Forti) Horecka et Kom. [Forti, 1911]
A. flos-aquae (L.) Ralfs ex Born. et Flah. var. *flos-aquae* fo. *flos-aquae* [Demirhindi, 1972; Cirik, 1982]
A. flos-aquae var. *flos-aquae* fo. *gracile* (Lemm.) Elenk. [Demirhindi, 1972]
A. issatschenkoi (Ussacz.) Proschk.-Lavr. [Cirik, 1982]
Aphanothece nidulans P. Richt. [Cirik & Cirik, 1989a]
A. saxicola Näg. [Cirik & Cirik, 1989b]
Calothrix parietina Thur. ex Born. et Flah. [Skuja, 1937]
Chamaesiphon minutus (Rostaf.) Lemm. [Skuja, 1937]
Chroococcus dispersus (Keissl.) Lemm. [Yildiz, 1986]
C. limneticus Lemm. var. *limneticus* [Unal, 1984; Cirik & Cirik, 1989b; Cirik *et al.*, 1990]
C. limneticus var. *distans* G.M. Smith [Cirik, 1982]
C. limneticus var. *subsalsus* Lemm. [Cirik, 1982]
C. minimus (Keissl.) Lemm. [Skuja, 1937]
C. minor (Kütz.) Näg. [Unal, 1984; Gönülol, 1985; Yildiz, 1986]
C. minutus (Kütz.) Näg. [Skuja, 1937; Gönülol, 1985]
C. turiscensis (Näg.) Hansg. [Cirik *et al.*, 1990]
C. varius A. Braun var. *varius* fo. *samoensis* Wille [Unal, 1984]
Gloeotrichia echinulata (J.S. Smith) P. Richt. [Cirik, 1982]
Gomphosphaeria aponina Kütz. [Cirik & Cirik, 1989b]
G. lacustris Chod. [Cirik & Cirik, 1989b]
Homeothrix crustacea Woron. [Skuja, 1937]
Leptochaete crustacea Borzi ex Born. et Flah. [Skuja, 1937]
Lyngbya bourrellyana Compère [Cirik, 1982]
L. corium (Ag.) Hansg. [Cirik, 1982]
L. foveolarum (Mont.) Hansg. [Cirik, 1982]
L. limnetica Lemm. [Cirik & Cirik, 1989a]
L. mucicola Lemm. [Skuja, 1937]

L. retzii (Ag.) Hansg. [Cirik, 1982]
L. subfusca (Vauch.) Hansg. [Cirik, 1982]
L. subtilissima Hansg. [Skuja, 1937] (sous le nom de *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom.)
L. valderiana (Gom.) Compère [Cirik & Cirik, 1989a]
Merismopedia elegans A. Braun [Skuja, 1937; Cirik *et al.*, 1990]
M. glauca (Ehrbg.) Näg. [Skuja, 1937]
M. punctata Meyen [Unal, 1984; Gönülol, 1985. Yildiz, 1986]
M. tenuissima Lemm. [Unal, 1984; Gönülol, 1985; Yildiz, 1986]
Microcoleus sociatus W. et G.S. West [Cirik, 1982]
Microcystis aeruginosa Kütz. var. *aeruginosa* fo. *aeruginosa* [Gönülol, 1985; Yildiz, 1986; Cirik & Cirik, 1989a; Cirik *et al.*, 1990]
M. aeruginosa var. *aeruginosa* fo. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk. [Cirik, 1982]
M. delicatissima (W. et G.S. West) Starm. [Cirik & Cirik, 1989a]
M. elachista (W. et G.S. West) Starm. var. *elachista* fo. *elachista* [Skuja, 1937] (sous le nom d' *Aphanocapsa elachista* W. et G.S. West)
M. elachista var. *elachista* fo. *planctonica* G.M. Smith [Cirik & Cirik, 1989b]
M. grevillei (Hass.) Elenk. [Cirik, 1982]
M. incerta Lemm. emend. Starm [Cirik & Cirik, 1989a et 1989b]
M. wesenbergii Kom. [Cirik, 1982]
Nostoc microscopicum Carm. ex Born. et Flah. [Skuja, 1937]
Oscillatoria amphibia Ag. ex Gom. [Cirik, 1982; Gönülol, 1985; Yildiz, 1986; Cirik & Cirik, 1989a]
O. angustissima W. et G.S. West [Skuja, 1937]
O. articulata Gardner [Cirik, 1982]
O. cortiana Menegh. ex Gom. [Cirik, 1982]
O. formosa Bory ex Gom. [Cirik, 1982; Gönülol, 1985; Yildiz, 1986; Cirik *et al.*, 1990]
O. geminata Menegh. ex Gom. [Skuja, 1937]
O. granulata Gardner [Cirik, 1982; Cirik *et al.*, 1990]
O. hamelii Frémy [Cirik, 1982]
O. ionica Skuja [Cirik, 1982]
O. irrigua Kütz ex Grom. [Cirik, 1982]
O. limnetica Lemm. [Gönülol, 1985; Yildiz. 1986]
O. limosa (Dillw.) Ag. ex Gom. [Gönülol, 1985]
O. minima Gicklh [Skuja, 1937]
O. pseudogeminata Schmid [Cirik & Cirik, 1989a]
O. regelii Skuja [Skuja, 1937]
O. rubescens De Cand. ex Gom. [Cirik, 1982]
O. splendida Grev. ex Gom. [Cirik, 1982]
O. tenuis Ag. ex Gom. [Cirik, 1982; Unal, 1984; Yildiz. 1986; Cirik *et al.*, 1990]
O. willei Gardner fo. [Skuja, 1937]
Pseudanabaena articulata Skuja [Cirik, 1982]
P. catenata Lauterb. [Cirik, 1982; Cirik & Cirik, 1989b; Cirik *et al.*, 1990]
P. lonchoides Anagnost. [Cirik, 1982]
Raphidiopsis mediterranea Skuja [Cirik, 1982]
Schizothrix lardacea (Rabenh.) Gom. [Cirik, 1982]
Spirulina jenneri (Hass. ex Gom.) Kütz. ex Hansg. [Yildiz, 1986] (sous le nom d'*Arthrospira jenneri* (Hass.) Stizenb.)
S. labyrinthiformis (Menegh.) Gom. [Skuja, 1937]
S. major Kütz. ex Gom. [Cirik. 1982] (sous le nom d'*Oscillatoria oscillarioides* (Turp.) Iltis)
S. platensis (Nordst. ex Gom.) Geitl. [Skuja, 1937]
Symploca thermalis Kütz. ex Gom. [Skuja, 1937]
Synechococcus elongatus Näg. [Skuja. 1937]

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALTUNER Z., 1984 - Étude qualitative et quantitative du phytoplancton d'une station du lac de Tortum. *Doga Bil. Derg.* A_2 8 (2): 162-221.

ARTÜZ I., 1958 - Recherches halieutiques dans le lac de Bafa. *Balik ve Balikcilik* 6 (1): 2-9.

BALIK S. & USTAOGLU M.R., 1988 - Dans le lac de Bafa, une pêche intéressante grâce [redacted] méthode originale. *Rapp. Comm. Intern. Mer. Médit.* 31 (2): 69.

CIRIK S., 1982 - Le phytoplancton du lac de Marmara-Manisa: I. Cyanophyta. *Doga Bil. Derg.* A 6 (3): 67-82.

CIRIK S. & CIRIK S., 1989a - Algues planctoniques du lac de Karagöl-Yamanlar (Izmir). I. Cyanophytes, Euglenophytes, Pyrrhophytes et Chlorophytes. *E.U. Fac. Sci. J.* B 11 (2): 41-52.

CIRIK S. & CIRIK S., 1989b - Algues planctoniques du lac Gölcük (Bozday, Izmir). *I.Ü. Su Ürün. Derg.* 3 (1-2): 131-150.

CIRIK S., CIRIK S. & METIN C., 1990 - Les algues planctoniques du lac de Bafa et leurs variations saisonnières. *C.R. IX° Symp. Environ. Adana, Turquie, pp.* 604-613.

COUTÉ A. & PREISIG H.R., 1978 - *Anabaena bergii* var. *limnetica*, nov. var., Cyanophyceae, Nostocaceae. *Schweiz. Z. Hydrol.* 40 (2): 374-383.

DEMIRHINDI U., 1972 - The preliminary planktonic investigations in the coastal lagoons and several brackish water lakes of Turkey. *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul* [redacted] 37 (3-4): 205-232.

DESIKACHARY T.V., 1959 - Cyanophyta. I.C.A.R. Monographs on Algae, New Dehli.

FORTI A., 1912 - Diagnoses Myxophycearum novarum. *Atti Acad. Agric., Sc. Lett. Verona*, ser. 4, 12: 122-127.

GELDIAY R. & TAREEN I., 1972 - Preliminary survey of Gölcük a eutrophic mountain lake in western Turkey. *E.U. Sc. Rap. Sc.* 138: 1-21.

GESSNER F., 1957 - Van Gölü. Zur Limnologie des grossen Soda Sees in Ostanatolien (Türkei). *Arch. f. Hydrobiol.* 53 (1): 1-22.

GÖNÜLOL A., 1985 - Recherches sur les algues du lac de barrage de Çubuk I: II. Composition algale de la zone côtière et variations saisonnières. *Doga Bil. Derg.* A_2, BI: 91-105.

GÜNER H., 1970 - Etude préliminaire sur la micro- et la macrovégétation du lac de Karagöl. *E.U. Sc. Rap. Fac. Sc.* 65: 1-33.

HEGEWALD E., JEEJI-BAI N. & HESSE M., 1975 - Taxonomische und Floristische Studien an Planktonalgen aus ungarischen Gewässern. *Arch. Hydrobiol., Algological Studies* 13: 392-432.

HORECKA M. & KOMÁREK J., 1979 - Taxonomic position of three planktonic blue-green algae from the genera *Aphanizomenon* and *Cylindrospermopsis*. *Preslia* 51 (4): 289-312.

HORTOBAGYI T., 1955 - The autumnal mass death of fish in the fishpond of Fehér-tó near Szeged and the phytocoenosis of the pond. *Acta Bot. Acad. Sc. Hung., Budapest* 2: 83-88.

JEEJI-BAI N., HEGEWALD E. & SOEDER C.J., 1977 - Revision and taxonomic analysis of the genus *Anabaenopsis*. *Arch. Hydrobiol., suppl. 51, Algological Studies* 18: 3-24.

JEEJI-BAI N., HEGEWALD E. & SOEDER C.J., 1980 - Taxonomic studies of the genus *Anabaenopsis*. *Taxonomy of Algae*, Madras, pp. 115-142.

KISSELEV I.A., 1955 - Novye i redkie predstaviteli presnovodnych vodoroslej iz Zapadno-Kazachstanskoj oblasti. -(Species novae et rariores algarum aquae dulcis regionis Kazachstan occidentalis). *Bot. Mat. Otd. Spor. Rast.* 10: 36-38.

KOGAN S.I., 1962 - Cyanophyceae novae e Turkmania. *Bot. Mat. Otd. Spor. Rast.* 15: 12-14.

KONDRATIEVA N.V., 1968 - Visnachnik prisnovodnich bodorestelij Ukrainskoj. R.S.R., I. Cyanophyta 2. Kiev.

OBALI O., 1984 - Variations saisonnières du phytoplancton du lac de Mogan. *Doga Bil. Derg.* A_2, BI: 91-105.

OSTENFELD C.H., 1908 - The phytoplankton of the Aral sea and its affluents. *In* Berg L.S., *Scientific Results of the Aral Sea Expedition, Petersburg*, 8, pp. 123-225.

PROWSE G.A., 1972 - Some taxonomic problems. *In* Desikachary (Ed), *Taxonomy and Biology of Blue-green algae*, Madras, pp. 48-51.

SCHMIDT A., 1975 - Neuere Daten zu den limnologischen Verhältnissen des Szelidi-Sees. *Hidrol. Közl., Budapest* 4: 178-182.

SKUJA H., 1937 - Süsswasseralgen aus Griechenland und Kleinasien. *Hedwigia* 77: 15-77.

TANYOLAC S. & KARABATAK M., 1974 - Caractéristiques biologiques et hydrologiques du lac de Mogan. *T.Ü.B.I.T.A.K.*, Projet code n°: WHAG 91, ser. 5, 50 p.

TURGUTCAN B., 1957 - Le lac de Bafa. *Balik ve balikcilik* 5 (11): 19-23.

UNAL S., 1984 - Variations saisonnières du phytoplancton des étangs de Beytepe et d'Alep. *Doga Bil. Derg.* A, 8 (7): 121-137.

YARAMAZ O., BALIK S. & USTAOGLU M.R., 1988 - Etude des paramètres physico-chimiques et des sels nutritifs dans le lac de Bafa. *Rapp. Comm. Intern. Mer Médit.* 31 (2): 76.

YILDIZ K., 1986 - Recherches sur les associations algales du lac de barrage d'Atinapa. *Doga Bil. Derg.* B, 10 (3): 547-554.

COMMERCIAL FERTILIZER N:P:K AN ALTERNATIVE NITROGEN SOURCE FOR CULTIVATION OF *SPIRULINA PLATENSIS* IN SEWAGE

DHARAM PAL and DEVINDRA V. AMLA

Plant Biotechnology Division, National Botanical Research Institute, Lucknow-226 001, India.

ABSTRACT - The cultivation of *Spirulina* on a large scale was not possible in raw sewage, unless fortified with 1% $NaHCO_3$ and a suitable nitrogen source like Na NO_3 (0.1%) or commercial fertilizer N:P:K (0.05%) which produced yields comparable to those in Zarrouk medium. The alga seems to prefer higher pH (9-10.5) and bicarbonate ions for growth. Supplementation of commercial grade fertilizer N:P:K (0.05%) in place of Na NO_3 showed an average yield ranging from 1.8-2g dry wt/l culture which was comparable to $NaNO_3$ supplemented conditions. The algal biomass obtained from N:P:K supplementation showed level of protein content, pigments and macromolecule composition similar to nitrate grown cultures. In an open-pond system, a recharging schedule of nitrogen sources for consistent optimum yield of alga with optimum protein level is worked out.

RÉSUMÉ - La culture à grande échelle de *Spirulina* dans les eaux d'égouts n'a été possible qu'en l'enrichissant avec $NaHCO_3$ (1%) et avec une source appropriée d'azote telle que $NaNO_3$ (0,1%) ou un fertilisant commercial N:P:K (0,05%) ce qui a permis d'obtenir des rendements comparables à ceux obtenus avec le milieu de Zarrouck. Les pH élevés (9-10,5) et la présence d'ions HCO_3 semblent favorables à la croissance de cette algue. L'addition d'un fertilisant du commerce N:P:K (0,05%) à la place du $NaCO_3$ a permis d'obtenir un rendement de production moyen de 1,8 à 2 g de masse sèche par litre, comparable à celui obtenu avec des cultures enrichies par le $NaNO_3$. La biomasse algale obtenue en présence de N:P:K présente des teneurs en protéines et des compositions pigmentaires et macromoléculaires semblables à celles obtenues en présence de nitrates. En bassin de culture, un schéma d'approvisionnement en azote permettant d'obtenir des rendements conséquents et optimaux en algues avec des teneurs optimales en protéine a été mis au point. (traduit par la rédaction).

KEY WORDS : *Spirulina platensis*, Zarrouk medium, N:P:K, biomass, recharging schedule, yield.

INTRODUCTION

The large scale cultivation of algae for single cell protein has been a persistent dream of biologists and engineers dating back to the famous "Carnegie Report" (Burlew, 1953). Among the green and blue-green algae, species of *Spirulina* have received greater attention as source of human food and poultry feed since it has been traditionally consumed by the tribal people in central Africa and Mexico (Shelef & Soeder, 1980). Large scale production of *Spirulina* under controlled and natural conditions have been demonstrated in France (Clement, 1975), Japan (Clement, 1978), Taiwan

(Soong, 1980), Germany (Soeder, 1978), USA (Goldman, 1979), Mexico (Durand-Chastel, 1980), and India (Saxena *et al.*, 1983; Becker & Venkataraman, 1984). Cultivation of green algae has been a successful story but its harvesting and processing have posed several technical limitations (Oswald, 1980). However, *Spirulina* has several advantages over green algae like *Chlorella, Scenedesmus* and *Coelastrum* because of high protein content (50-65%), well balanced amino-acid composition, low nucleic acid content and inexpensive harvesting procedure (Saxena *et al.*, 1983). Early cultivation of green and blue-green algae was confined to fresh waters using inorganic nutrients and high- priced nitrogenous compounds that made the production of algal biomass very expensive. Recently domestic, industrial, swine wastes and seawater supplemented with suitable nitrogen sources and bicarbonate have been used for cultivation of *Spirulina* and a reasonable yield of algal biomass for animal feed and industrial implications has been obtained (McGarry, 1971; Kosaric *et al.*, 1979; Oron *et al.*, 1974; Chung *et al.*, 1978; Faucher *et al.*, 1979; Tel-Or *et al.*, 1980). In the present investigation attempts have been made to grow the cyanobacterium *Spirulina platensis* in domestic sewage supplemented with commercial fertilizer N:P:K instead of expensive $NaNO_3$ with the view to utilize domestic waste for algal production and to minimize the production cost as well as environmental hazards.

MATERIAL AND METHODS

Organism and culture conditions - A strain of *Spirulina platensis* (ATCC 29408) obtained from Prof. Riplay D. Fox (France) was used in the present study. The alga was grown routinely in Zarrouk's medium (1966) in a culture room maintained at 25±1°C temperature and illuminated with 3000 lux light intensity for 16 h light and 8 h dark cycle. Culture flasks were non-aerated and shaken manually several times a day. Microscopic observations of the algal samples were performed under light microscope (x 600) to identify the algal species and one Haemocytometer field was considered for calculating the tentative relative frequency of the algal species.

Measurement of growth and pigments of the alga - Increase in growth of alga was measured by optical density estimation at 660nm with junior spectrophotometer (E.C. Ltd. India). For dry weight estimation aliquotes of algal suspension were filtered on fine nylon net, washed with distilled water and dried overnight at 80°C before taking the weight.

For pigment analysis algal pellet was extracted in 90% methanol or 95% acetone in dark and monitered spectrophotometrically. Quantity of chlorophyll and carotenoid were estimated according to Machinney (1941). Phycocyanin pigments were extracted in 20mM phosphate buffer pH 7.0 by repeated freezing and thawing and quantity was determined by the method of Myers & Kratz (1955). Total protein of the alga was determined according to procedure of Lowry *et al.* (1951). Total carbohydrate and lipids were estimated according to procedure describes earlier (Saxena *et al.*, 1983).

Outdoor cultivation of *Spirulina* - Lucknow city sewage collected during morning hours was filtered through cotton pads to remove coarse suspended particles and used in laboratory as well as in out door cultivation. Erlenmeyer conical flasks were used for growing the alga with sewage under laboratory conditions. Out door cultivation of alga was carried in concrete constructed $2m^2$ basins operated at a depth of 15cm and stirred manually at regular intervals. During the experimental period the maximum day temperature was 36±1°C while minimum night temperature was 18±1°C and the maximum peak intensity during the day was 1600-1800 µmol m^2s^{-1}.

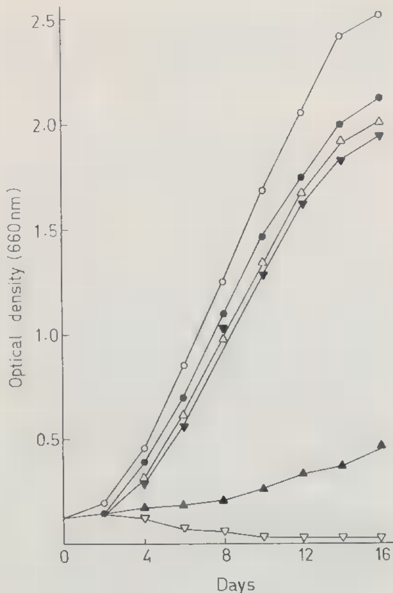


Fig. 1: Growth pattern of *Spirulina* in different medium under cultural conditions. Zarrouk basal medium (o-o); Sewage + all ingredients of Zarrouk medium (•-•); Sewage + N:P:K + all ingredients of Zarrouk medium except $NaNO_3$ (▲-▲); Sewage + N:P:K + HCO_3 (▼-▼); Sewage + NO_3 or HCO_3 (▲-▲); raw sewage only (▽-▽).

The commercial fertilizer N:P:K having combination of 20% nitrogen, 54% phosphate and 26% potassium was obtained from Indian Farm and Fertilizer company and used through out the experiment. To start the out door cultivation a thick slurry of the algal stock was transferred to sewage containing bicarbonate and nitrate or N:P:K. Apparently there was no significant loss of algal viability due to osmotic or pH shock on transferring the alga to sewage medium. These aspects of adaptation of *Spirulina* in sewage has been standardised in our earlier studies (Saxena *et al.*, 1981, 1983).

RESULTS AND DISCUSSION

Growth pattern of *Spirulina platensis* under controlled conditions in Zarrouk's basal medium showed a typical sigmoidal curve with an average final yield of 2-2.5 g/l dry weight. Direct transfer of alga from basal medium to raw and settled sewage in laboratory resulted into chlorosis and finally the lysis of the alga. To determine whether the lysis was due to the toxicity of sewage, or low pH (7.0-7.5) or deficiency of assimilable inorganic nutrients in sewage for algal growth. Therefore, the effect of fortifying the cultures with different combinations of inorganic nutrients were tested to know the algal growth-limiting nutrient in sewage (Fig. 1). In parallel set the raw sewage was supplemented with all the ingredients of the Zarrouk medium showed maximum growth comparable to the control (Zarrouk medium). This indicate that sewage does not contain any inhibitory effects on the growth of *Spirulina* and lysis of the alga in raw sewage is not due the toxicity of sewage. Addition of the ingredients of Zarrouk's medium to the sewage increased the initial pH (7-7.5) of sewage to 8-8.5. With increase in growth over the incubation period, pH of the sewage medium was increased to 10.5 after 2-3 days of growth. This is a normal phenomenon with photosynthetic organisms and is due to utilization of HCO_3 ions from the medium. These results are analogous to earlier report of Kosaric *et al.*, (1979) and suggest that *Spirulina* prefers higher pH in the growth medium. In order to minimize the fortification of chemicals in sewage, various constituents of Zarrouk medium were eliminated from the fortified sewage suspension one by one and the growth pattern and yield was determined. Results demonstrated that $NaNO_3$ as nitrogen and $NaHCO_3$ as carbon source were the essential compounds required in quantity for optimum growth of *Spirulina.* Replacement of the rest of the ingredients contributed only slightly to the final yield of alga. From these results it may be presumed that sewage contains most of the micro-nutrients and elements in quantities sufficient to support the growth except for macro-nutrients like No_3 and carbonate which are essential to maintain optimum pH and nitrogen level in the medium for growth of *Spirulina.*

In the attempt to determine the minimum quantities of nitrogen and carbon fortification are required for optimum growth and yield, sewage was supplemented in various combinations of $NaNO_3$ and $NaHCO_3$. Results summarized in Table I showed that with increasing concentrations of nitrate and bicarbonate growth yield was increased. A combination of 0.2 % nitrate and 1.5% bicarbonate showed maximum yield (2.2 g/l dry weight). However, in order to economize the supplementation a combination of 0.1% Na No_3 and 1% $NaHCO_3$ was selected. Results obtained with various combinations of bicarbonate and with N:P:K instead of $NaNO_3$ showed that the combination of 0.05% N:P:K and 1.5% $NaHCO_3$ resulted in yields of *Spirulina* comparable to nitrate suplemented cultures. The growth pattern and curve of *Spirulina* in sewage with bicarbonate and N:P:K was almost similar to NO_3 supplemented cultures. Concentration of N:P:K higher than above was found toxic for the growth of alga whereas concentration below 0.05% showed poor growth of the alga (Table I). These results also suggest that *Spirulina* is either not able to use the combined organic nitrogen

available in the sewage or may be due to its high photosynthetic rate and strict photoautotrophic mode of growth the anaerobic bacteria are unable to degrade the combined nitrogenous substances into assimilable form. Whereas for cultivation of green algae in sewage such a high level of nitrogen fortification is not required (Shelef *et al.*, 1980).

Table I - Growth yield of *Spirulina platensis* (g/l dry weight) in sewage supplemented with different concentrations of $NaHCO_3$ and $NaNO_3$ or N:P:K

	NaHCO3 (%)				
	0.25	0.5	1	1.5	2.0
Na NO_3 (%)					
0.01	-	-	0.52	0.65	0.68
0.05	-	0.40	0.67	0.89	0.98
0.1	-	0.52	1.96	2.07	2.10
0.2	0.55	0.60	2.07	2.20	2.23
0.25	0.60	0.64	2.10	2.20	2.23
N:P:K (%)					
0.01	-	-	0.30	0.44	0.50
0.03	-	0.45	1.0	1.22	1.30
0.05	0.50	0.60	1.8	2.0	2.0
0.07	0.55	0.62	1.6	2.0	2.0
0.1	nt.	nt.	nt.	nt.	nt.

nt = no detectable growth was found.

The strains of *Spirulina* adapted in N:P:K supplemented medium under laboratory conditions were exposed to field conditions in sewage supplemented with 1% $NaHCO_3$ and 0.05% N:P:K. The outdoor cultivation of *Spirulina* is limited to several major factors like minerals, carbon-dioxide, pH, temperature, light and competing green algal species. Therefore, in attempt to adapt *Spirulina* in outdoor culture, a periodic observations of algal population, change in pH and major nutrients in sewage were monitored and results obtained are summarised in Table II. In the beginning several wild algae such as *Euglena, Phacus, Selenastrum, Ankistrodesmus, Scenedesmus, Chlorella, Phormidium, Myxosarcina, Chroococcus,* unidentified uni-cellular blue-green algae and diatoms were the dominant species. However, with increase of pH from 8.2 to 9.5 the wild algal species started disappearing while the population of *Spirulina* started increasing. After incubation of 7 to 8 days, pH of the medium increased between 9.5 to 10 and most of the wild species of green and blue-green algae except *Chlorella, Ankistrodesmus* and *Scenedesmus* were significantly reduced and *Spirulina* was the dominant species. After 6 to 8 successive subculturing *Spirulina* was adapted and grow luxuriantly as the most dominant species under field conditions.

For mass cultivation of *Spirulina* under field conditions a recharging schedule of two major nutrients was standardized to reduce the production cost of algal biomass. Results obtained are summarised in Fig. 2. From an open pond system harvesting of 10-20% of the algal suspension was done at intervals of 4 days, and the filterate was recycled back to the same culture to conserve the fortified chemicals. The concentration of sewage was maintained daily by the addition of fresh sewage to the ponds. Simultaneously the level of nitrate and bicarbonate was estimated in the filterate which showed that after 30-40 days the amount of N:P:K had decreased while the level of Na HCO_3 remained unchanged in the medium. This resulted in significant de-

Table II - Succession dynamics of algal species during acclimatisation of *Spirulina* under natural conditions in sewage fortified with 0.05% N:P:K and 1% $NaHCO_3$. D: dominants; V: very high frequency; H: high frequency; F: frequent; M: moderate frequency; L: low frequency; R: rare; N: not traceable.

	Days										
Algal species	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Ankistrodesmus	L	F	M	M	F	F	F	F	F	L	L
Characium	L	L	F	F	L	R	R	R	N	N	N
Chlamydomonas	R	F	L	R	R	R	R	R	N	N	N
Chlorella	F	M	M	H	M	F	F	F	F	F	F
Chlorococcum	F	F	F	F	L	L	R	R	R	R	R
Chlorococcus	F	F	F	L	L	L	L	R	R	N	N
Diatoms	F	F	M	M	F	F	F	F	F	F	F
Euglena	M	M	M	F	F	L	L	L	L	L	L
Myxosarcina	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Oocystis	R	L	F	F	R	R	R	R	N	N	N
Oscillatoria	L	F	F	F	L	L	R	R	N	N	N
Pediastrum	L	F	F	F	L	L	L	R	R	R	R
Phacus	F	F	F	F	L	R	R	R	R	R	R
Phormidium	F	F	F	F	F	L	L	R	R	R	R
Scenedesmus	F	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F
Selenastrum	L	L	F	F	F	F	L	L	R	R	R
Spirulina	F	F	M	H	V	D	D	D	D	D	D
Unicellular blue-green algae	F	M	H	M	F	F	F	F	F	F	F
Trachelomonas	L	M	F	R	R	R	R	R	R	R	R
Zooplancton	F	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F
pH of the sewage (extra cellular)	8.2	8.5	9.0	9.5	10	10	10.5	10.5	11	11	11

crease in the yield of the alga. Supplementation of N:P:K at this stage showed revival of growth and yield of *Spirulina platensis*. This suggested that under field conditions nitrate nutrient becomes a limiting source after 8 to 10 harvests and needs recharging whereas bicarbonate seems essential in maintaining the high pH, salinity and ionic equilibrium necessary for the optimum growth and sustained yield of alga. However, it is possible that under outdoor condition *Spirulina* may be simultaneously utilizing atmospheric CO_2 for growth, therefore, the level of HCO_3 is unaffected over the period of incubation (Richmond, 1985). With this recharging schedule a consistent yield of 1 to 1.2 g/l dry weight (6-6.5 g dry/m^2/day) can be obtained for total of 60-80 days in semi-continuous open pond system. Chemical analysis of the algal biomass obtained from sewage medium supplemented with either $NaNO_3$ or N:P:K is shown in Table III. Data showed that the level of protein, pigment and other macromolecules in N:P:K grown algal biomass was comparable to NO_3 supplemented cultures. From these studies it may be suggested that commercial fertilizer like N:P:K can replace expensive $NaNO_3$ and with a regular recharging schedule of N:P:K a consistent yield of alga can be obtained from semi-continuous open pond system. This strategy is considerably more economical that the use of expensive nitrogen sources.

Table III - Chemical composition (% dry wt.) of *Spirulina platensis* grown in sewage under identical conditions with different nitrogen sources.

	Sewage + bicarbonate + nitrate	Sewage + bicarbonate + N:P:K
Pigment composition		
Chlorophyll ■ -	0.76 - 0.94%	0.68 - 0.85%
Phycocyanin -	0.80 - 1.01%	0.72 - 0.90%
Carotenoids -	0.22 - 0.34%	0.19 - 0.35%
Crude protein -	50 - 55%	45 - 50%
Total carbohydrate -	18 - 20%	16 - 18%
Total lipids -	6.5 - 9.0%	5.9 - 7.3%

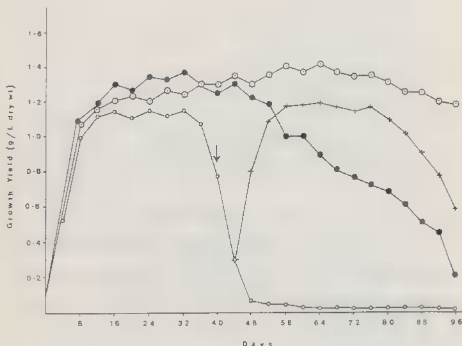


Fig. 2: Yield (g/l dry weight) of *Spirulina* under field conditions during periodic harvesting and recharging with ingredients. Cultures were initially supplemented with 0,05% N:P:K and 1% $NaHCO_3$ and harvesting of 1/10th of the total volume was performed at 4 days intervals and filterate recycled back (o-o); same as above followed by recharging with 0,05% N:P:K after 40 days as shown with arrow (+-+); same as above followed by successive recharging with 0,025% N:P:K after each harvest (•-•); no recycling of filterate and supplementation of fresh sewage, N:P:K and bicarbonate after each harvest (⊙-⊙).

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful to Dr. P.V. Sane, FNA, Director, National Botanical Research Institute, Lucknow, for providing facilities during the present course of investigation.

REFERENCES

BECKER E.W. & VENKETARAMAN L.V., 1984 - Production and utilization of the blue-green alga *Spirulina* in India. *Biomass.* 4: 105-125.

BURLEW J.S. (Ed.), 1953 - *Algal culture from laboratory to pilot plant.* Carnegie Institute of Washington Publication 600, Washington D.C.

CLEMENT G., 1975 - Production et constituants caractéristiques des algues *Spirulina platensis* et *maxima. Ann. Nutr. Alim.* 29: 477-488.

CLEMENT G., 1978 - Une nouvelle ressource: L'Algue *Spirulina. Soc. Phycol. France, Bull.* No 23: 57-61.

CHUNG Po., POND W.G., KINGSBURY J.M., WALKER Jr. E.F. & KROOK L., 1978 - Production and nutritive value of *Arthrospira platensis*, ■ spiral blue-green alga grown on swine wastes. *J. Anim. Sci.* 47: 319-330.

DURAND-CHASTEL H., 1980 - Production and use of *Spirulina* in Mexico. *In* SHELEF G. & SOEDER C.J. (Eds.), *Algae Biomass.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp. 51-64.

FAUCHER O., COUPAL B. & LEDUY A., 1979 - Utilization of seawater-urea as a culture medium for *Spirulina maxima. Canad. J. Microbiol.* 25: 752-759.

GOLDMAN J.C., 1979 - Outdoor algal mass cultures - I. Applications. *Water Res.* 13: 1-19.

KOSARIC N., NGUYEN H.T. & BERGOUGNOU M.A., 1979 - Growth of *Spirulina maxima* on cow-manure wastes. *Biotechnol. Bioengng.* 21: 2169-2173.

LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L. & RANDALL R.J., 1951 - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.

MACKINNEY G., 1941 - Absorption of light by chlorophyll solutions. *J. Biol. Chem.* 140: 315-322.

Mc GARRY M.G., 1971 - Unicellular protein production using domestic wastewater. *J. Agric. Sci.* 4: 213-223.

MYERS J. & KRATZ W.A., 1955 - Relation between pigment content and photosynthetic characteristics in a blue-green alga. *J. Gen. Physiol.* 39: 11-22.

ORON G., SHELEF G. & LEVI A., 1974 - Growth of *Spirulina maxima* algae in effluents from secondary waste-water treatment plants. *Biotechnol. Bioengn.* 16: 881-896.

OSWALD W.J., 1980 - Algal production - problems, achievements and potential. *In* SHELEF G. & SOEDER C.J. (Eds.), *Algae Biomass.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp. 1-8.

RICHMOND A.E., 1985 - *Handbook of microalgal mass culture.* CRC Press, Florida, USA.

SAXENA P.N., AHMAD M.R., SHYAM R. & AMLA D.V., 1981 - *Biotechnology of Spirulina cultivation in sewage.* Extension literature No 4, EBIS National Botanical Research Institute, Lucknow, India.

SAXENA P.N., AHMAD M.R., SHYAM R. & AMLA D.V., 1983 - Cultivation of *Spirulina* in sewage for poultry feed. *Experientia* 39: 1077-1083.

SHELEF G., AZOV Y., MORAINE R. & ORON G., 1980 - Algal mass production as an integral part of a wastewater treatment and reclamation system. *In* SHELEF G. & SOEDER C.J. (Eds.), *Algae Biomass*, Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp. 163-190.

SHELEF G. & SOEDER C.J., (Eds) 1980 - *Algae Biomass-production and use.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam.

SOEDER C.J., 1978 - Economic consideration concerning the autotrophic production of micro-algae at the technical scale. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 11: 259-273.

SOONG P., 1980 - Production and development of *Chlorella* and *Spirulina* in Taiwan. *In* SHELEF G. & SOEDER C.J. (Eds.), *Algae Biomass.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press Amsterdam., pp. 97-113.

TEL-OR E., BOUSSIBA S. & RICHMOND A.E., 1980 - Products and chemicals from *Spirulina platensis. In:* SHELEF G. & SOEDER C.J. (Eds.), *Algae Biomass,* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp. 611-618.

ZARROUK C., 1966 - *Contribution à l'étude d'une cyanophyceae. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de Spirulina maxima (Setch. et Gardner) Geitler.* Ph. D. thesis. University of Paris, France.

LAS ALGAS DEL SISTEMA DEL RIO LIMAY (R. ARGENTINA)

II - CHLOROPHYTA: 3. CHLOROCOCCALES[1]

S.A. GUARRERA y R.O. ECHENIQUE

Departamento Científico Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

RESUMEN - Se describen e ilustran cincuenta y nueve taxa del orden Chlorococcales, hallados en el Sistema del Río Limay. *Crucigeniella rectangularis* var. *komarekii* y *Phaeolaria obliqua* var. *major* son taxa nuevos para la ciencia. Los géneros *Closteriospira* y *Coleochlamys* y las especies *Closteriospira lemanensis, Coleochlamys apoda, Kirchneriella microscopica, K. pinguis, Eutetramorus tetrasporus, E. fottii, Dictyosphaerium tetrachotomum* var. *minutum, Schmidleia elegans* y *Scenedesmus tibiscensis*, constituyen nuevas citas para la R. Argentina.

ABSTRACT - Fifty nine taxa of the Chlorococcales found in the Limay River Sistem, are described and illustrated. *Crucigeniella rectangularis* var. *komarekii* and *Phaeolaria obliqua* var. *major* are new for science. The genus *Closteriospira* and *Coleochlamys* and the species *Closteriospira lemanensis, Coleochlamys apoda, Kirchneriella microscopica, K. pinguis, Eutetramorus tetrasporus, E. fottii, Dictyosphaerium tetrachotomum* var. *minutum, Schmidleia elegans* and *Scenedesmus tibiscensis*, are new for Argentina.

INTRODUCCION

El Orden Chlorococcales es el grupo de algas verdes mejor representado en el Sistema del Río Limay con las familias Coccomyxaceae, Radiococcaceae, Oocystaceae, Palmellaceae, Chlorococcaceae, Dictyosphaeriaceae, Hormotilaceae, Hydrodictyaceae y Scenedesmaceae (clasificación según Bourrelly, 1972). Asimismo incluimos dos géneros de ubicación taxonómica aún incierta como *Elakatothrix* y *Closteriospira*.

El objectivo del presente trabajo es dar a conocer los taxa perteneciente al Orden Chlorococcales hallados en la cuenca del Río Limay, como un capítulo más de la flora algal del Sistema de dicho río. Las consideraciones ambientales y distribución de las estaciones de muestreo, así como los materiales y métodos empleados figuren en Guarrera *et al.* (1987).

RESULTADOS

CHLOROCOCCACEAE

Planktosphaeria

Planktosphaeria gelatinosa G.M. Smith (Fig. 1)

Unicelulares, esféricas, provistas de una vaina mucosa amplia también esférica. Cloroplastos numerosos, piramidales y con un pirenoide. Diámetro celular: 20 µm; con una vaina: 28 µm.

Distribución*: Río Limay, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Tetraedron

Tetraedron minimum (A. Br.) Hansgirg (Fig. 2a-c)

Células tetragonales con los bordes ligeramente deprimidos (cóncavos) hasta hendidos. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Diámetro celular: 15 µm.

Distribución: Río Limay, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Schroederia

Schroederia setigera (Schroed.) Lemmermann (Fig. 3)

Unicelulares, rectas, fusiformes, con los polos prolongados en espinas finas. Cloroplasto parietal que cubre la mayor parte de la célula, con un pirenoide. Células de 4,5 µm de ancho x 100 µm de largo.

Distribución: Río Limay, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Characium

Characium pluricoccum Korchikoff (Fig. 4 a-b)

Células ovoides, rectas o curvadas, fijas al sustrato por un pié corto y grueso. Cloroplasto parietal con 4 pirenoides. Células de 10,5 µm de ancho x 32 µm de largo.

Distribución: Lago Nahuel Huapi; Río Limay: Alicurá.

Coleochlamys

Coleochlamys apoda Korchikoff (Fig. 5)

Células claviformes. Cloroplasto parietal que cubre menos de la mitad de la célula, con un pirenoide. Célula de 4 µm de ancho x 16 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: nuestro ejemplar es ligeramente de menor tamaño que los citados por otros autores (Komárek & Fott, 1983: 18-22(-39) µm x 5,5 µm). Hallada en un cultivo. Género y especie nueva para Argentina.

---

* Distribución: se refiere solamente a la presencia de los direrentes taxa dentro del Sistema del Río Limay.

Phaseolaria

Phaseolaria obliqua var. *major* var. nov. (Fig. 6)

Unicelulares o en agregados. Células reniformes con un plástido parietal que ocupa gran parte de la célula; sin pirenoide.

Difiere de la especie tipo por su mayor diámetro y longitud: 8 x 18 µm (Printz según Komárek & Fott, 1983: 3-5 x 8-12 µm). *"A var. obliqua majoribus diametro et longitudine cellularum (8 x 18 µm) differt".*

Distribución: lago-embalse E. Ramos Mexía, Holotypus: LPC 3285*, leg. SAG, ROE y HAL.

PALMELLACEAE

Sphaerocystis

Sphaerocystis schroeteri Chodat (Fig. 8)

Colonias compuestas por 8-32 células esféricas reunidas periféricamente de 2-4, dentro de una vaina gelatinosa amplia, hialina. Cloroplasto cupuliforme con un pirenoide. Diámetro de la colonia: 65 µm, diámetro celular: 10-12 µm.

Distribución: en casi todo el Sistema.

Palmella

Palmella miniata var. *aequalis* Nägeli (Fig. 7)

Colonias macroscópicas o raramente microscópicas, en forma de masas gelatinosas. Células esféricas u ovales con vaina individual. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Células de 4-5 µm de ancho x 8-10 µm de largo.

Distribución: Ríos Limay, Collon Cura y Caleufú.

HORMOTILACEAE

Palmodictyon

Palmodictyon viride Kützing (Fig. 13)

Células globosas con vainas individuales, dispuestas en filas simples o dobles formando filamentos tubulares gelatinosos, a veces ramificados, hasta anastomosados. Cloroplasto acopado con un pirenoide. Diámetro celular; 10 µm; con vaina: 30 µm.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

OOCYSTACEAE

Chlorella

Chlorella vulgaris Beijerinck (Fig. 9)

---

* LPC: corresponde al número de Herbario del Museo de La Plata (Criptógamas) y sólo se indica para las nuevas taxa.

Células esféricas, con pared lisa; cloroplasto parietal acampanado con un pirenoide, a veces poco visible. Diámetro: 3-3,5 µm.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Pseudochlorella

Pseudochlorella sp. (Fig. 10)

Células ovodes o elipsoidales. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Células de 4,5 µm de ancho x 7 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Eremosphaera

Eremosphaera eremosphaeria (G.M. Smith) R.L. Smith et H.C. Bold (Fig. 12)

Solitarios o más raramente en número de 2-4 células oviformes, dentro de la pared madre. Pared celular de 0.9 µm con engrosamientos nodulares conspicuos. Cloroplastos muy numerosos, pequeños poligonales, conteniendo cada uno un pirenoide. Células de 16 µm de ancho x 25 µm de largo.

Distribución: Ríos Limay, Caleufu y Collon Cura y Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Observaciones: Difiere de la especie tipo por ser de menor tamaño.

Oocystis

Oocystis aff. *marssonii* Lemmermann (Fig. 14)

Solitarias o reunidas en número de 2-8 células dentro de la pared madre fina y dilatada. Células elipsoidales de 12 µm de ancho x 24 µm de largo, con engrosamientos polares, provistos de 2-3 (4?) cloroplastos.

Distribución: Río Limay: aguas abajo del Arroyo Carbón, Chimehuin, Collon Cura y Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: En nuestro material no se observo pirenoide. Para Smith et Bold (1966) el pirenoide puede no ser visible.

Oocystis parva W. y G.S. West (Fig. 17)

Células de gran tamaño con los polos aguzados, cloroplasto que ocupa gran parte de la célula. Células de 5 µm de ancho x 11 µm de largo.

Distribución: Río Limay: Alicurá.

Oocystis pusilla Hansgirg (Fig. 11)

Familia de 2-4 células dentro de la pared materna a veces dilatada. Células ovoides con los redondeados sin engrosamientos, de 6-7,5 µm de ancho x 11-12 µm de largo. Cloroplastos parietales (1-2) sin pirenoide (?).

Distribución: Lago Nahuel Huapi, Río Limay, Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Oocystis solitaria Wittrock (Fig. 15)

Solitarias o más comunmente en número de 2-8, dentro de la pared maternal. Células ovoides o elipsoidales con engrosamientos polares, de 17 µm de ancho x 27

μm de largo. Cloroplasto en número variado, laminares y parietales, provistos cada uno de un pirenoide.

Distribución: Lago Nahuel Huapi, Lago-embalse E. Ramos Mexía y Río Limay.

Oocystis submarina Lagerheim. (Fig. 16)

Células oblongas, en familias de 2-16, muy raramente solitarias, sin engrosamientos polares, de 3-6 μm de ancho x 8-15 μm de largo. Cloroplasto (1-3) con un pirenoide.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía, Lago Nahuel Huapi.

Nephrocytium

Nephrocytium agardhianum Nägeli (Fig. 18)

Colonias elipsoidales gelatinosas. Células reniformes o curvadas, de 3-5 μm de ancho x 9-12 μm de largo, dispuestas ordena damente dentro de la pared maternal gelatinizada, firme. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Nephrocytium limneticum (G.M. Smith) G.M. Smith (Fig. 19)

Colonias simples o familias de colonias, incluídas en la pared original gelatinizada. Células arqueadas o semilunares con polos redondeados, de 8 μm de ancho x 20 μm de largo. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: en todo el Sistema.

Kirchneriella

Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle (Fig. 20)

Células fuertemente curvadas de paredes internas casi paralelas, de 10-14 μm de diámetro, reunidas en pequeñas colonias gelatinosas globulares. Polos celulares redondeados o ligeramente atenuados. Cloroplastos parietal con un pirenoide.

Distribución: Lagos-embalse Mexía y Arroyito.

Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin (Fig. 21)

Unicelulares (?) o reunidas en colonias de hasta 16 células provistas de una vaina no siempre visible. Células vermiformes, de 2 μm de ancho con los polos recurvados. Cloroplasto parietal.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Kirchneriella microscopica Nygaard (Fig. 22)

Células distribuídas laxamente, en una mása gelatinosa hialina, constituyendo colonias, de hasta 1 cm de largo. Células fuertemente curvadas con los polos redondeados, de 1.8-2 μm de ancho x 3-5 μm de largo. Cloroplasto parietal, sin pirenoide.

Distribución: Río Meliquina y Chimehuin.

Observaciones: Nueva para la Argentina.

Kirchneriella pinguis Hindak (Fig. 23)

Colonias formadas por células semilunares o reniformes, con los polos redondeados. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Células de 4 µm de ancho x 8-15 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: Nueva para Argentina.

Ankistrodesmus

Ankistrodesmus stipitatus (Chodat) Komárková-Legnerová (Fig. 24)

Células alargadas, aciculares, reunidas en haces por su lado convexo, de 2-2,5 µ de ancho x 55-85 µm de largo. Cloroplasto parietal.

Distribución: Lago Nahuel Huapi, Ríos Limay, Collon Cura, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Observaciones: Fue citada como *Ankistrodesmus falcatus* var. *stipitatus* (Chodat) Lemmermann por S.A. Guarrera (1977). Según Komárek et Fott; *op. cit.* 1983, ésta última, podría ser un estado reproductivo de una especie de *Monoraphidium.*

Ankistrodesmus spiralis (Turpin) Lemmermann (Fig. 26)

Células usiformes de 2-3 µm de ancho x 48 µm de largo, en agregados celulares entrelazados espiraladamente. Cloroplasto parietal.

Distribución: Río Limay, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Ankistrodesmus fusiformis Corda (Fig. 25)

Células aciculares de 1,6-2 µm de ancho x 35-40 µm de largo, más o menos curvadas y atenuadas suavemente hacia los polos y reunidas en haces estrellados.

Distribución: Río Limay: Pantanito y Piedra del Aguila.

Quadrigula

Quadrigula closterioides (Bohlin) Printz (Fig. 27).

Colonias mucilaginosas conteniendo grupos de células dispuestas paralelamente y separadas entre sí. Células suavemente curvadas de 2,5 µm de ancho x 27 µm de largo.

Distribución: Lago Nahuel Huapi y Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Monoraphidium

Monoraphidium aff. *saxatile* Komárková-Legnerová (Fig. 32)

Células fusiformes arqueadas, o ligeramente sigmoides, gradualmente acuminadas hacia los ápices, de 4 µm de ancho x 44 µm de largo. Cloroplasto parietal que ocupa casi totalmente la célula.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: No se observó pirenoide. Especie a confirmar.

Hyaloraphidium

Hyaloraphidium contortum Pascher et Korchikoff (Fig. 31)

Unicelulares, alargadas, curvas o sigmoides, sin cloroplasto. Células de 1,5-4 µm de ancho x 70 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

RADIOCOCCACEAE

Eutetramorus

Eutetramorus tetrasporus Komárek (Fig. 35)

Colonias globosas, gelatinosas de 4-16 células esféricas de 4 µm de diámetro, dispuestas tetraedricamente. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Colonia: 45-50 µm de diámetro.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexiá y Río Chimehuin.

Observaciones: Se cita por primera vez para Argentina.

Eutetramorus planctonicus (Korchikoff) Bourrelly (Fig. 36)

Colonias gelatinosas, de borde irregular, conteniendo 16-64 células esféricas de 5,5-7 µm de diámetro, agrupadas, por lo general, en tetradas o bien en grupos de 8 células. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Colonia de 64 células de 90 µm aproximadamente.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía y Río Chimehuin.

Observaciones: En Argentina sólo fue citada por Tell (1979) como *Coenococcus planctonicus.*

Eutetramorus fottii (Hindak) Komárek (Fig. 33)

Colonias globosas, gelatinosas, de 4-8-16 células esféricas que se alternan en dos planos. Cloroplasto parietal con un pirenoide. Células: 5-6 µm de diámetro. Colonias de 8 células: 30-35 µm de diámetro.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mesía y Arroyito, Río Limay: Paso Flores.

Observaciones: Especie nueva para Argentina.

DICTYOSPHAERIACEAE

Dictyosphaerium

Dictyosphaerium tetrachotomum var. *minutum* (Taylor) Komárek (Fig. 37)

Colonias globosas formadas por células obovoides de 3-3,5 µm de ancho x 4-6,4 µm de largo, dispuestas en los extremos de pedicelos gelatinosos ramificados. Cloroplasto con un pirenoide.

Distribución: En la mayor parte del Sistema del Río Limay.

Observaciones: Nueva para Argentina.

Dictyosphaerium pulchellum Wood (Fig. 38)

Colonias esféricas a ovoides, de 4-32-64 ó más células esféricas, de 8 μm de diámetro, unidas por pedicelos mucilaginosos. Cloroplasto con un pirenoide.

Distribución: En todo el Sistema del Río Limay.

Botryococcus

Botryococcus braunii Kützing (Fig. 40)

Colonias irregulares, simples o compuestas y reunidas por cordones gelatinosos. Células ovoides de 4 μm de ancho x 7 μm de largo, dispuestas en tubos gelatinosos. Cloroplasto lobulado con un pirenoide.

Distribución: Ríos Limay y Traful y Lago-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Lobocystis

Lobocystis planctonica (Tiffany y Ahlstrom) Fott (Fig. 39a-b)

Colonias multicelulares, con vaina general a veces poco definida. Células elipsoidales, dispuestas en pares en los extremos de la pared de la célula madre, de 5 μm de ancho x 9 μm de largo. Cloroplasto uno o dos, con un pirenoide.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

SCENEDESMACEAE

Crucigeniella

Crucigeniella lunaris Lemmermann (Fig. 41)

Cenobios formados por 4-8 células cilíndrico-lunares de 3,5-4 μm de ancho x 14-16 μm de largo, unidas entre sí por los polos, dejando un amplio espacio central oval. Vaina general hialina difusa. Cloroplasto parietal.

Distribución: Rió Limay: Plottier.

Observaciones: No se observó pirenoide.

Crucigeniella rectangularis var. *komarekii* var. nov. (Fig. 42)

Cenobios múltiples, formados por 4-32-64 células alargadas con la pared interna convexa sin engrosamientos polares. Espacio central más o menos rómbico. Células: 8-10 μm de ancho x 15 μm de largo.

Difiere de la especie tipo por el mayor diámetro y longitud celular: (3-7 μm de ancho x 4-10,5 μm de largo, según Komárek, *op. cit.*: 37, 1974).

"A var. rectangularis majoribus diametro longitudine que cellularum (8-10 x 15 μm) differt".

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía, Holotypus: LPC 3286, Leg. SAG, ROE y HAL.

Crucigenia

Crucigenia quadrata Morren. (Fig. 43 a-b)

Cenobios aplanados formados por 4-16 células ovales de 4 µm de ancho x 6-8 µm de largo, dispuestas en cruz, dejando un espacio central cuadrangular. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: Arroyo Picun Leufu, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Coelastrum

Coelastrum microporum Nägeli (Fig. 45)

Cenobios globosos de 37(42) µm de diámetro formados por 8-12 células más o menos esféricas, de 9 µm de diámetro, conectadas entre si por procesos poco evidentes, que dejan espacios más o menos triangulares.

Distribución: Río Collon Cura: lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Coelastrum astroideum De Notaris (Fig. 44)

Cenobios globosos u ovoides, de (4)-8-16(32), células oviformes con sus polos externos mamelonados, de 12-13,5 µm de ancho x 12-14,5 µm de largo. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: Lago Nahuel Huapi.

Observaciones: Nueva para Argentina.

Schmidleia elegans Woloszynska (Fig. 62)

Cenobios gelatinosos formados por 4-8 células curvadas claviformes de 3,5 µm de ancho x 9-11 µm de largo dispuestas radialmente, dejando un espacio central cuadrangular. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: Sólo se observó un ejemplar, no visualizandose el espacio central entre las células. Nueva para Argentina. A confirmar.

Scenedesmus

Scenedesmus acutus Meyen (Fig. 46 a-b)

Cenobios laxos, células (2-8) fusiformes y algo arqueadas con uno de los lados francamente convexos, de 3-9 µm de ancho x 20 µm de largo.

Distribución: Río Limay.

Scenedesmus obtusus Meyen (Fig. 47)

Cenobios de 4-16 células ovoides u oblongo-ovoides, dispuestas alternadamente en 2 series. Células con los polos redondeados de 5 µm de ancho x 10 µm de largo.

Distribución: Río Limay, Lago Nahuel Huapi y lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat (Fig. 53)

Cenobios de 2-8 células dispuestas alternadamente, fusiformes, rectas ■ curvas - las de los extremos selenoides - de 2,4-5 µm de ancho x 20 µm de largo. Pared celular lisa.

Distribución: Río Limay y Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Scenedesmus brevispina (G.M. Smith) Chodat (Fig. 57)

Cenobios de 4 células elíptico-obtusas de 3 µm de ancho x 9 µm de largo, con 1-2 espinas en los polos celulares, de 1,5 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Scenedesmus armatus (Chodat) G.M. Smith (Fig. 48)

Cenobios de 4 células (2-8) oblongo-elipsoidales de 4-5 µm de ancho x 10-11 µm de largo, dispuestas en una serie. Células externas con una espina arqueada en cada polo. Espinas de las células internas en número de 2 por cada célula y rebatidas hacia el centro.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat (Fig. 49)

Cenobios de 8-16-32 células oblongo-elipsoidales de 4,3 µm de ancho x 14 µm de largo, sin engrosamientos polares, dispuestas uniseriadamente.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Scenedesmus longispina Chodat (Fig. 54 a-b)

Cenobios de 2-8 células ovoides [redacted] oblongo-ovoides de 1,8-4,5 µm de ancho x 7-12 µm de largo, dispuestas en series rectas. Espinas largas: 8-9 µm de largo; cortas: 3-4 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Scenedesmus tibiscensis Uherkovich (Fig. 56).

Cenobios de [redacted] células con forma de almendra, de 4 µm de ancho, x 11 µm de largo, dispuestas alternadamente .

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: Nueva para Argentina.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson (Fig. 55)

Cenobios de (2)-4-(8) células de 5 µm de ancho x 10 µm de largo, por lo general dispuestas uniseriadamente. Pared externa de las células del extremo convexas o rectas, prolongandose en cada polo en espinas rectas o curvas, de longitud variada.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito y Río Limay.

Scenedesmus lefevrei var. *manguinii* Lefevre et Bourrelly (Fig. 52)

Cenobios de 2-6 células elipsoidales de 2,5 µm de ancho x 10-11 µm de largo, con engrosamientos ecuatoriales y dispuestas linearmente. Espinas polares largas y curvadas de 10 µm de largo; las células internas con espinas cortas.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: Nueva para Argentina.

Scenedesmus spp. (Figs. 50-51)

HYDRODICTYACEAE

Pediastrum

Pediastrum duplex Meyen (Fig. 58)

Cenobios discoides, perforados, de 4-128 células dispuestas en varias series. Células en forma de H, de 14 µm de diámetro; las marginales con los ángulos prolongados. Espacios intercelulares lenticulares más o menos marcado. Pared celular lisa.

Distribución: Lago Nahuel Huapi, Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito, Ríos Collon Cura y Limay.

Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini (Fig. 59)

Cenobios enteros de 4-64 células de 15 µm de ancho x 17 µm de largo, dispuestas en series. Células de 5-6 lados firmemente unidas entre sí; las marginales ampliamente escotadas y los angulos en forma de cuernos.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mexía y Arroyito.

Pediastrum boryanum var. *longicorne* Reinsch (Fig. 60)

Cenobios chatos, enteros; células de 5-6 lados, las marginales incisas profundamente y con márgenes prolongados en dos largos procesos de borde irregular y convergentes. Cloroplasto con un pirenoide. Célula central de 6,8 µm de ancho x 7,8 µm de largo.

Distribución: Río Limay: Es. La Picaza.

Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs (Fig. 61)

Cenobios pequeños, perforados o no, de 4-8 células bilobadas con profundas hendiduras, abiertas o cerradas, de 12 µm de diámetro.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía y Río Collon Cura.

TAXA DE UBICACION INCIERTA

Elakatothrix*

Elakatothrix gelatinosa Wille (Fig. 32)

Colonias fusiformes provistas de vaina gelatinosa homogénea. Células más o menos fusiformes de 4 µm de ancho x 14 µm de largo, que se dividen transversalmente formando pares. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Distribución: En todo el Sistema del Río Limay.

* Hindak (1987) incluyó a estos dos géneros en el Orden Ulotrichales. En el caso de *Closteriospira* sostiene que la posicion sistematica es incierta. En el caso particular del género *Elakatothrix*, Bourrelly (1988) reconoce la tendencia ulotricoide del mismo pero lo incluiría en las Elakatothricaceae, familia intermedia entre las Chlorococcales, Ulotrichales y Chlorosarcinales.

Elakatothrix genevensis (Reverdin) Hindak (Fig. 30)

Colonias fusiformes de 2-4 (hasta 40) células, dentro de una vaina gelatinosa común. Células fusiformes de 3-3,5 µm de diámetro x 20-23 µm de largo. Cloroplasto con un pirenoide.

Distribución: Lago embalse E. Ramos Mexía.

Elakatothrix biplex (Nygaard) Indak (Fig. 31)

Células aisladas o en colonias oblongas. Cloroplasto con un pirenoide. Células de 2,5-5,5 µm de ancho x 7-27 µm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Closteriospira*

Closteriospira lemanensis Reverdin (Fig. 36)

Células simples o en grupos de 2-4, fusiformes, con o sin vaina gelatinosa. Cloroplasto espiralado. Células de 5 µm de ancho x 53 µm de largo, sin pirenoide.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: Género y especie nuevos para Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Hidronor S.A. Los autores manifiestan su agradecimiento al personal científico y técnico del laboratorio de Ecología de Villa "El Chocón". A los licendiados H.A. Labollita, M.A. Casco y M.M. Petrocchi, por su ayuda en las tareas de laboratorio y campo. Al personal de apoyo del CONICET, N.M. Galván y N.I. Malacalza por el mecanografiado y la ilustración del trabajo. Al Dr. A.L. Cabrera por las diagnosis en latín y especialmente al Dr. P. Bourrelly por el aporte bibliográfico.

BIBLIOGRAFIA

BOURRELLY P., 1972 - Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes. 2e Ed., Paris, 572 p.

BOURRELLY P., 1988 - Les algues d'eau douce. Compléments. I: Algues Vertes. Paris, 182 p.

GUARRERA S.A., 1977 - Algas de agua dulce nuevas para Argentina. I. Chlorophyta de Chubut. *Obra Centenario del Museo de La Plata* III: 21-44.

GUARRERA S.A., CASCO M.A., ECHENIQUE R.O. & LABOLLITA H.A., 1987 - Las algas del Sistema del Río Limay (República Argentina). I. Cyanophyta, Chroococcales y Chamaesiphonales. *Rev. Mus. La Plata, Bot.* XIV (96): 163-189.

HINDAK F., 1987 - Taxonomic survey of the genera *Fusola* (Chlorococcales), *Elakatothrix*, *Closteriospira* and *Chadefaudiothrix* (Ulotrichales). *Preslia* 59 (3): 193-228.

KOMÁREK J., 1974 - The morphology and taxonomy of Crucigenioid algae (Scenedesmaceae, Chlorococcales). *Arch. Protistenk.* 116: 1-75.

KOMÁREK J. & FOTT B., 1983 - Chlorophyceae, Chlorococcales. *Die Binnengewässer* XVI, 7(1): 1044 p.

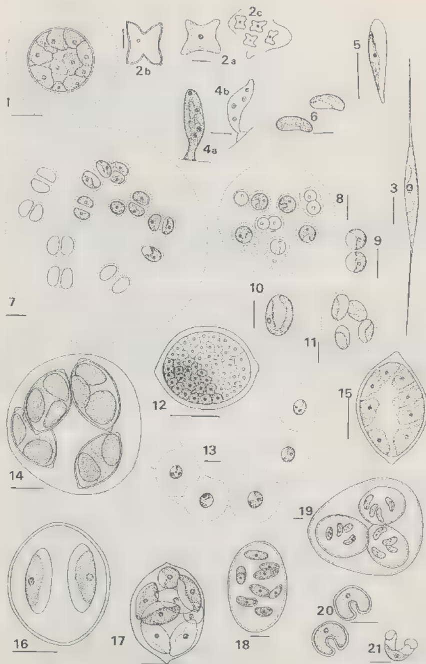
SMITH R.L. & BOLD H.C., 1966 - Investigations of the genera *Eremosphaera* and *Oocystis*. *Phycological Study VI. Univ. Texas Publ.*, N° 6612, 121 p.

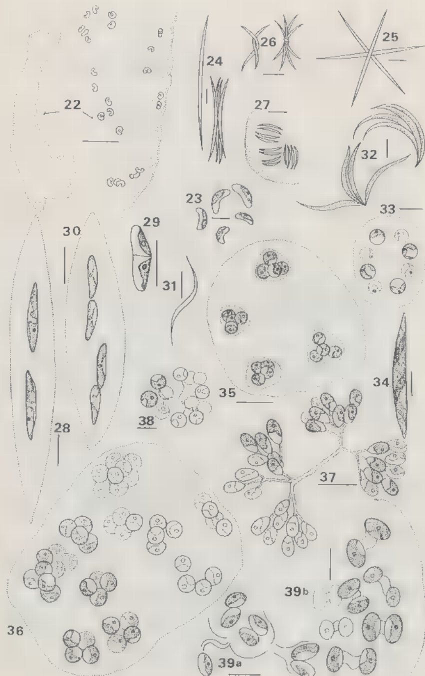
TELL G., 1979 - Chlorophyceae d'eau douce rares et nouvelles de la République Argentine. *Rev. Algol.* N.S. XIV(4): 39-48.

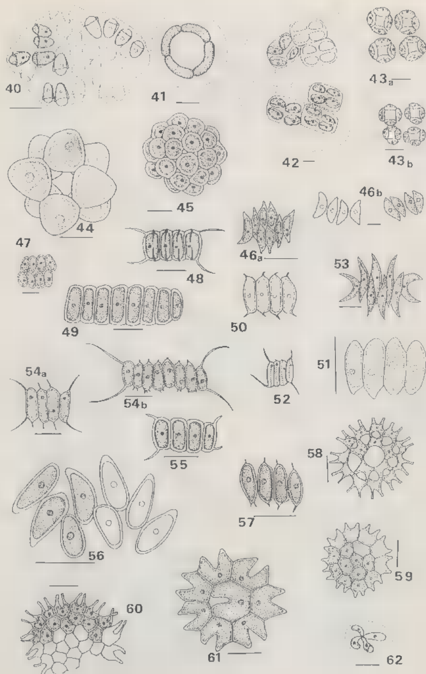
Fig. 1: *Planktosphaeria gelatinosa*. 2a-c: *Tetraedron minimum*. 3: *Schroederia setigera*. 4 a-b: *Characium pluricoccum*. 5: *Coleochlamys apoda*. 6: *Phaseolaria obliqua* var. *major* var. nov. 7: *Palmella miniata* var. *aequalis*. 8: *Sphaerocystis schroeteri*. 9: *Chlorella vulgaris*. 10: *Pseudochlorella* sp. 11: *Oocystis pusilla*. 12: *Eremosphaera eremosphaeria*. 13: *Palmodictyon viride* Kützing. 14: *Oocystis* aff. *marssonii*. 15: *O. solitaria*. 16: *O. submarina*. 17: *O. parva*. 18: *Nephrocytium agardhianum*. 19: *N. limneticum*. 20: *Kirchneriella obesa*. 21: *K. contorta*. Las escalas correspondientes a las figuras 9, 15 y 21 aquevalen a 5 µm, las restantes a 10 µm.

Fig. 22: *Kirchneriella microscopia*. 23: *K. pinguis*. 24: *Ankistrodesmus stipitatus*. 25: *A. fusiformis*. 26: *A. spiralis*. 27: *Quadrigula closterioides*. 28: *Elakatothrix genevensis*. 29: *E. biplex*. 30: *E. gelatinosa*. 31: *Hyaloraphidium contortum*. 32: *Monoraphidium* aff. *saxatile*. 33: *Eutetramorus fottii*. 34: *Closteriospira lemanensis*. 35: *Eutetramorus tetrasporus*. 36: *E. planctonicus*. 37: *Dictyosphaerium tetrachotomum* var. *minutum*. 38: *D. pulchellum*. 39 a-b: *Lobocystis planctonica*. Las escalas correspondientes a las figuras 26, 27, 28, 31 y 35 equivalen a 20 µm; en la 34 equivale a 5 µm; las restantes a 10 µm.

Fig. 40: *Botryococcus braunii*. 41: *Crucigeniella lunaris*. 42: *C. rectangularis* var. *komareckii* var. nov. 43 a-b: *Crucigenia quadrata*. 44: *Coelastrum astroideum*. 45: *C. microporum*. 46 a-b: *Scenedesmus acutus*. 47: *S. obtusus*. 48: *S. armatus*. 49: *S. ecornis*. 50: *S.* sp. 51: *S.* sp. 52: *S. lefevrei* var. *manguinii*. 53: *S. acuminatus*. 54 a-b: *S. longispina*. 55: *S. quadricauda*. 56: *S. tibiscensis*. 57: *S. brevispina*. 58: *Pediastrum duplex*. 59: *P. boryanum*. 60: *P. boryanum* var. *longicorne*. 61: *P. tetras*. 62: *Schmidleia elegans*. La escala correspondiente a cada figura equivale a 10 µm.


1
2b
2a
2c
5
4b
4a
6
3
7
8
9
10
11
12
15
13
14
19
16
17
18
20
21


22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39a
39b


40
41
42
43a
43b
44
45
46a
46b
47
48
49
50
51
52
53
54a
54b
55
56
57
58
59
60
61
62

A PROPOS DE TROIS NOUVELLES CHLOROPHYTES PROVENANT DE PORTO ALEGRE (BRÉSIL)

Iara Maria FRANCESCHINI* et Alain COUTÉ**

* Departamento de Botânica, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama S/U, 90040-060 Porto Alegre. R.S. Brasil.
** Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris.

RÉSUMÉ - Les auteurs décrivent trois nouvelles Chlorophytes provenant de différents milieux aquatiques urbains de la ville de Porto Alegre, à l'extrême sud-est du Brésil, à savoir: *Uronema brasiliense* n. sp. (Ulotrichophyceae, Ulotrichaceae), *Staurastrum claviferum* var. *brasiliense* n. var. et *S. orbiculispiniferum* n. sp. (Zygophyceae, Desmidiaceae). Les observations en microscopie photonique ont été complétées par des investigations en microscopie électronique à balayage pour *S. claviferum* var. *brasiliense* n. var.

ABSTRACT - The authors describe three new freshwater Chlorophyta from urban areas of the city of Porto Alegre, in south-east of Brazil: *Uronema brasiliense* n. sp. (Ulotrichophyceae, Ulotrichaceae), *Staurastrum claviferum* var. *brasiliense* n. var. and *S. orbiculispiniferum* n. sp. (Zygophyceae, Desmidiaceae). Light microscopy observations are completed by means of scanning electron microscopy for *S. claviferum* var. *brasiliense* n. var.

MOTS CLÉS : algues, eau douce, Chlorophytes, nouveautés, Porto Alegre, Brésil.

INTRODUCTION

Durant la période d'avril 1986 à janvier 1987, plusieurs prélèvements d'algues planctoniques et périphytiques ont été effectués dans différents milieux aquatiques urbains de la ville de Porto Alegre située dans la zone subtropicale à l'extrême sud-est du Brésil (Franceschini & Couté, 1991).

Quelques-unes de ces récoltes renfermaient une nouvelle espèce d'*Uronema* Lagerheim ainsi qu'une espèce et une variété nouvelles de *Staurastrum* Meyen ex Ralfs, que nous décrivons ici.

En ce qui concerne la variété nouvelle appartenant au genre *Staurastrum*, l'abondance de matériel nous a permis de compléter les observations obtenues avec le microscope photonique par des investigations réalisées à l'aide du microscope électronique à balayage (M.E.B.).

Du point de vue taxinomique, les auteurs suivent ici la classification de Bourrelly (Bourrelly, 1972).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les récoltes des échantillons renfermant les nouveautés ont été effectuées au bord du rio Guaiba (R.G.), le fleuve qui arrose la partie sud-ouest de Porto Alegre, et au bord de quatre lacs situés au centre de la ville, à savoir: le lago Moinhos de Vento (L.M.V.), le lago Açorianos (L.A.), le lago Gaucho (L.G.) et le lago Chinês (L.C.).

Les jours de récolte ont été les suivants: 23 avril (automne), 26 juin (début de l'hiver), 20 août (hiver), 16 octobre (printemps) et 10 décembre 1986 (fin du printemps), et 20 janvier 1987 (été).

Les échantillons du phytoplancton ont été obtenus à l'aide d'un filet de 25 µm de vide de maille et ceux du périphyton par récolte et grattage de feuilles, tiges et racines des plantes [redacted] développant au bord des rives et par grattage de pierres des rives. Ils ont été fixés avec une solution de Transeau (60% d'eau distillée, 30% d'éthanol à 95%, 10% de formol à 40%), utilisée en volume égal à celui de la récolte.

Les observations et les dessins ont été réalisés avec un microscope photonique WILD M 20 équipé d'une chambre claire.

La méthode employée pour les préparations destinées au M.E.B. a été celle décrite par Couté (1984). Les osbervations et les prises de vues ont été effectuées sur le microscope JEOL JSM-840 A du Service commun des Laboratoires des Sciences de la Vie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

OBSERVATIONS ET TAXINOMIE

Embranchement: CHLOROPHYTA
Classe: ULOTRICHOPHYCEAE
Ordre: ULOTRICHALES
Famille: Ulotrichaceae

***Uronema* Lagerheim 1887**

***Uronema brasiliense* n. sp., fig. 1-4.**

Filaments allongés, fixés à la base, unisériés, un peu atténués vers l'extrémité libre. Cellules cylindriques.

Cellules intermédiaires presque aussi longues que larges (17,0-34,0 x 14,0-25,0 µm, L/l = 0,9-1,4); cellules basales allongées de 45,0-75,0 x 17,0-18,0 µm. Cellule apicale à sommet aigu, droit (32,0-34,0 x 13,0 µm). Chloroplaste unique ayant 1-4 pyrénoïdes, le plus souvent 2.

Cette nouvelle espèce d'*Uronema* se distingue des autres espèces du genre signalées dans la littérature spécialisée (Vischer, 1933; Pankow, 1960; Bourrelly, 1962; Printz, 1964; Lee, 1978) par ses dimensions cellulaires bien plus importantes, surtout celles concernant le diamètre des cellules.

Elle peut être rapprochée, par le diamètre des filaments, de *Uronema indicum* Ghose (Ghose, 1920), qui varie de 16,0 à 22,0 µm. Toutefois, selon Printz *(loc. cit.)*, la plante décrite par Ghose (loc. cit.) serait un *Schizomeris leibleinii* Kützing (Kützing, 1843).

Les apex droits de nos exemplaires sont aussi observés chez *Uronema confervicola* Lagerheim (Lagerheim, 1887), *U. gigas* Vischer (Vischer, 1933), *U. terrestre* Mitra (Mitra, 1947) et *U. trentonense* Lee (Lee, 1978).

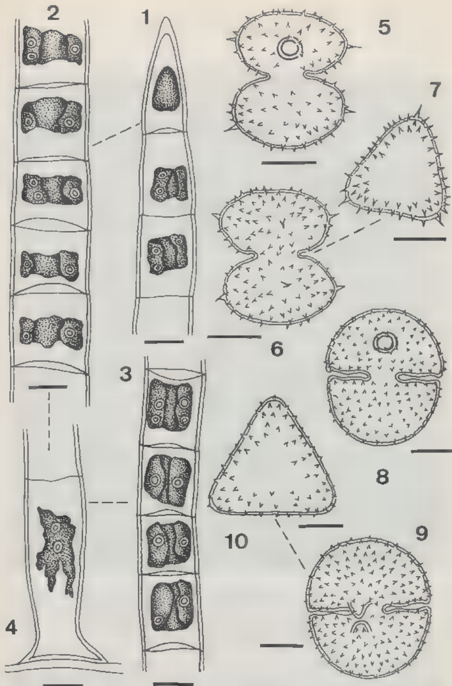


Fig. 1-4: *Uronema brasiliense* n. sp. 1, 2: parties apicale (1) et médiane (2) d'un même filament; 3: une partie médiane; 4: une partie basale. Fig. 5-7: *Staurastrum claviferum* var. *brasiliense* n. var. 5: une vue de face; 6, 7: vue de profil (6) et apex (7) d'un autre individu. Fig. 8-10: *Staurastrum orbiculispiniferum* n. sp. 8: une vue de face; 9, 10: vue de profil (9) et apex (10) d'un autre individu.
Le trait d'échelle à côté de chaque figure correspond à 10 µm, sauf indication contraire.

Cependant, ces espèces ont des diamètres cellulaires beaucoup plus petits que ceux de nos échantillons, soit, respectivement 4,0-6,0 µm, 8,0-11,0 µm, 3,0-5,0 µm et 4,0-8,0 µm. En plus, chez *U. gigas*, les filaments présentent des réductions du diamètre par endroits.

Chaudhary (1979) donne une étude intéressante sur la morphologie, la reproduction et la cytologie de trois espèces d'*Uronema* provenant de l'Inde. Il s'agit de *Uronema confervicola, U. gigas* et *U. terrestre*. Ses observations montrent que les espèces indiennes correspondent aux espèces types. Les quelques variations des dimensions cellulaires signalées pourraient être causées par des conditions de développement différentes. Ce même auteur met aussi en évidence les différences entre les nombres chromosomiques de ces trois espèces, ceux-ci variant de 12 à 18.

Compte-tenu de l'ensemble des caractéristiques qui différencient bien notre matériel des espèces d'*Uronema* décrites jusqu'à présent, nous considérons comme justifiée la création d'une nouvelle espèce à son propos.

Nous avons observé cette algue dans certaines récoltes du périphyton provenant du lago Moinhos de Vento et du lago Gaucho ainsi que dans certains prélèvements du phytoplancton effectués dans le rio Guaiba (cf. tableau).

Diagnose latine:

Fila elongata uniseriata basi affixa ad apicem leviter attenuata. Cellulae cylindricae. Cellula basalis elongata. Cellulae intermediae tam longae quam latae (L/l = 0,9-1,4). Cellula apicalis cum angusto apice recto. Unus chloroplastus cum 1-4 pyrenoidibus (saepissime 2).

Cellularum intermediarum dimensiones: 17,0-34,0 x 14,0-25,0 µm; cellularum basalium dimensiones: 45,0-75,0 x 17,0-18,0 µm; cellularum apicalium dimensiones: 32,0-34,0 x 13,0 µm.

Locus typicus: Lago Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil 1986.

Iconotypus: figurae nostrae 1, 2.

Classe: ZYGOPHYCEAE
Ordre: DESMIDIALES
Famille: Desmidiaceae

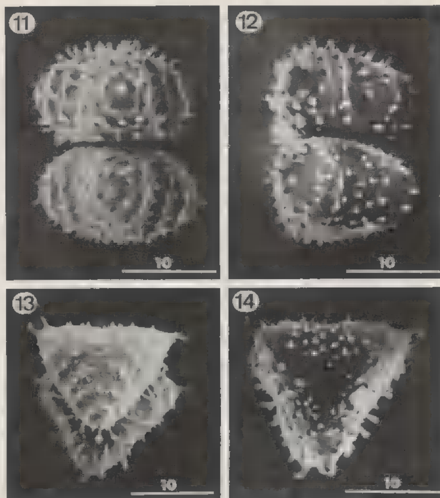
***Staurastrum* Meyen ex Ralfs 1848**

***Staurastrum claviferum* W. et G.S. West var. *brasiliense* n. var.** figs. 5-7, 11-14.

Cellules de 22,5-26,0 x 20,0-25,5 µm (avec les épines), 21,0-24,0 x 18,0-20,5 µm (sans les épines); épines jusqu'à 4,5 µm de longueur; isthme de 7,0-8,5 µm; L/l de 1,0-1,3; un seul chloroplaste à un pyrénoïde par hémisomate.

Cette nouvelle variété se distingue du type *Staurastrum claviferum* W. et G.S. West (West & West, 1896) var. *claviferum* par ses dimensions plus petites, les hémisomates plus arrondis, le sinus plus ouvert, ainsi que par un nombre d'épines polaires plus réduit.

Nos exemplaires rappellent *Staurastrum brebissonii* Archer (Archer, 1861) et *S. erostellum* W. et G.S. West (West & West, 1900). Cependant, *C. brebissonii* présente des dimensions cellulaires plus grandes que celles de notre nouvelle variété et



Figs. 11-14: *Staurastrum claviferum* var. *brasiliense* n. var. 11: face; 12: profil; 13, 14: détails d'une même vue apicale. Figs 11 à 14: M.E.B.
Les valeurs des échelles sont exprimées en micromètres (µm).

la vue apicale des hémisomates a les côtés nettement concaves. Chez *S. claviferum* var. *brasiliense* n. var., cette concavité est très faible (figs. 7, 13 et 14). *Staurastrum erostellum* présente des dimensions proches des nôtres, mais la partie centrale des hémisomates, en vue apicale, est pourvue d'épines. Chez *S. claviferum* et ses variétés, cette région de la cellule est dépourvue d'épines, comme le montrent bien les figures signalées ci-dessus, notamment les prises de vues effectuées au M.E.B. (figs. 13 et 14).

Cette variété fait partie du phytoplancton de la plupart des milieux étudiés, étant aussi signalée dans les récoltes de périphyton effectuées dans le lago Açorianos (tableau).

Diagnose latine:

A typo minoribus dimensionibus, rotundatioribus semicellulis, apertiore sinu et polarium spinarum numero pauciore differt.

Cellularum dimensiones: 22,5-26,0 x 20,0-25,5 µm (cum spinis); 21,0-24,0 x 18,0-20,5 µm (sine spinis); spinae usque 4,5 µm longae; isthmi latitudo: 7,0-8,5 µm; L/l = 1,0-1,3; unus chloroplastus cum uno pyrenoide in semicellula.

Locus typicus: Lago Açorianos, Porto Alegre, Brasil 1986.

Iconotypus: figura nostra 5.

***Staurastrum orbiculispiniferum* n. sp., figs. 8-10.**

Cellules presque aussi longues que larges, à constriction profonde; sinus linéaire; hémisomates semi-circulaires avec angles basaux arrondis. Vue apicale triangulaire arrondie aux angles. La paroi est couverte de nombreuses épines courtes (1,0 µm), délicates; la partie centrale de l'hémisomate (en vue apicale) est dépourvue d'épines. Un seul chloroplaste à un pyrénoïde par hémisomate.

Cellules de 32,0-35,0 x 28,0-31,0 µm; isthme de 6,0-7,0 µm; L/l de 1,1.

Malgré la rareté de cette algue dans nos échantillons, la forme bien caractéristique de ses cellules signalée ci-dessus nous permet de considérer comme justifiée la création d'une nouvelle espèce à son propos. La morphologie cellulaire rappelle celle de *Staurastrum orbiculare* var. *denticulatum* Nordstedt (Nordstedt, 1870). Par contre, dans nos exemplaires, l'ornementation de la paroi présente de nombreuses épines délicates. Ce caractère est totalement inconnu chez *S. orbiculare* Ehrenberg ex Ralfs (Ralfs, 1848) et ses variétés. Il est présent, par contre, dans d'autres espèces du genre, comme par exemple *S. hirsutum* (Ehrenberg) Brébisson ex Ralfs (Ralfs, 1848), mais, dans ce cas, la morphologie cellulaire et/ou la taille ne correspondent pas à celles de nos spécimens.

Tableau: Présence des taxons nouveaux dans les prélèvements du phytoplancton (1) et du périphyton (2) effectués dans les différents milieux étudiés entre avril 1986 et janvier 1987. - R.G.: rio Guaiba; L.M.V.: lago Moinhos de Vento; L.A.: lago Açorianos; L.G.: lago Gaucho; L.C.: lago Chinês.

Taxons nouveaux	AVR	JUIN	AOÛT	OCT	DEC	JAN
Uronema brasiliense n. sp.	R.G. (1)	R.G. (1)	L.N.V. (2)	L.N.V. (2) R.G. (1)	L.G. (2)	
Staurastrum claviferum var. *brasiliense* n. var.			L.A. (1) R.G. (1)	L.A. (1,2) R.G. (1) L.G. (1) L.C. (1)	L.A. (1,2)	L.A. (1)
Staurastrum orbiculispiniferum n. sp.				R.G. (1)	R.G. (1)	

Nous n'avons pas pu entreprendre une étude de l'ornementation pariétale de cette nouvelle espèce au M.E.B., en raison du nombre assez faible d'individus dans les échantillons où cette algue a été observée.

Staurastrum orbiculispiniferum n. sp. n'a été trouvé que dans le rio Guaiba, dans les prélèvements du phytoplancton effectués au printemps (cf. tableau).

Diagnose latine:

Cellulae prope tam longae quam latae cum profunda constrictione. Sinus linearis. Semicellulae semicirculares cum rotundatis basalibus angulis. Apicali aspectu cellula triangularis cum rotundatis angulis. Paries cum brevibus (1.0 µm) multis subtilibus spinis tecus. Semicellulae centralis parte apicali aspectu sine spinis. Unus chloroplastus cum uno pyrenoide in semicellula.

Cellularum dimensiones: 32,0-35,0 x 28,0-31,0 µm; isthmi latitudo: 6,0-7,0 µm; L/l: 1,1.

Locus typicus: Rio Guaiba, Porto Alegre, Brasil 1986.

Iconotypus: figurae nostrae 9-10.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient MM. P. Bourrelly et P. Compère pour leur aide et leurs suggestions à propos de ce texte et Mme M. Dumont pour le travail photographique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARCHER W., 1861 - Subgroup Desmidieae or Desmidiaceae. *In* PRITCHARD A., *A history of Infusoria including the Desmidiaceae and Diatomaceae British and foreign.* London, Whittaker & C°. 4, pp. 715-752.

BOURRELLY P., 1962 - Ulotrichales d'eau douce rares ou nouvelles. *Phykos* 1 (1): 29-35.

BOURRELLY P., 1972 - *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique I. Les algues vertes.* Paris, Boubée et C°, 572 p.

CHAUDHARY B.R., 1979 - Some observations on the morphology, reproduction and cytology of the genus *Uronema* Lagh. (Ulotrichales, Chlorophyceae). *Phycologia* 18 (3): 299-302.

COUTÉ A., 1984 - *Contribution à l'étude cytologique, biologique et systématique de quelques algues dulçaquicoles peu connues.* Thèse Doct. ès Sci., Université P. et M. Curie, Paris, 260 p.

FRANCESCHINI I.M. & COUTÉ A., 1991 - Quelques Chrysophycées (Algae, Chromophyta) à écailles siliceuses de l'extrême sud-est du Brésil. *Arch. Hydrobiol., Algol. Stud.* 62, Suppl. 89: 31-45.

GHOSE S.L., 1920 - A new species of *Uronema* from India. *Ann. Bot.* 34: 95-98.

KÜTZING F.T., 1843 - *Phycologia generalis, oder Anatomie, Physiologie und Systematik der Tange.* Leipzig, 450 p.

LAGERHEIM G., 1887 - Note sur l'*Uronema*, nouveau genre des Algues d'eau douce de l'ordre des Chlorozoosporacées. *Malphigia* 1: 517-523.

LEE K.W., 1978 - *Uronema trentonense* sp. nov. (Chlorophyta, Ulotrichales): a new edaphic alga from New Jersey. *Phycologia* 17 (2): 191-195.

MITRA A.K., 1947 - On the structure and reproduction of *Uronema terrestre* n. sp. *Ann. Bot.* 11: 349-361.

NORDSTEDT C.F.O., (1869) 1870 - Fam. Desmidiaceae. *In* E. WARMING, *Symbolae ad Floram Brasiliae centralis cognoscendam, part. 5.* Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjobenhavn 18, pp. 195-234.

PANKOW H., 1960 - Die Algengattung *Uronema* Lagerh. *Arch. Protistenk.* 105 (2): 117-130.

PRINTZ H., 1964 - Die Chaetophoralen der Binnengewässer. *Hydrobiologia* 24 (1/3): 1-376.

RALFS J., 1848 - *The British Desmidieae.* London, 260 p.

VISCHER W., 1933 - Über einige kritische Gattungen und die Systematik der Chaetophorales. *Beih. Bot. Centralbl. Abt. A* 51: 1-100.

WEST W. & WEST G.S., 1896 - On some North American Desmidiaceae. *Trans. Linn. Soc. London, Bot.* 2 (5): 229-274.

WEST W. & WEST G.S., 1900 - Notes on freshwater algae. II. *J. Bot.* 38: 289-299.

NOTES ON THE BENTHIC MARINE ALGAE OF THE CANARY ISLANDS

Julio AFONSO-CARRILLO, Susana PINEDO and Yäel ELEJABEITIA

Departamento de Biologia Vegetal (Botánica), Universidad de la Laguna, E-38271 La Laguna, Canary Islands, Spain.

ABSTRACT - Eight new records of marine algae from the Canary Islands are described: *Anadyomene saldanhae* Joly et Oliveira-Filho, *Pseudolithoderma adriaticum* (Hauck) Verlaque, *Zanardinia prototypus* (Nardo) Nardo, *Cystoseira mauritanica* Sauvageau, *Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen, *Lophosiphonia cristata* Falkenberg, *Hildenbrandia occidentalis* Setchell and *Gelidiella antipai* Celan. The *Petrocelis cruenta* J. Agardh phase of *Mastocarpus stellatus* (Stackhouse) Guiry is also reported. Data concerning ecological conditions, geographical distribution, morphology, anatomy and phenology are presented.

RÉSUMÉ - Les auteurs signalent huit espèces et une phase nouvelle pour la flore des algues marines des Iles Canaries: *Anadyomene saldanhae* Joly et Oliveira-Filho, *Pseudolithoderma adriaticum* (Hauck) Verlaque, *Zanardinia prototypus* (Nardo) Nardo, *Cystoseira mauritanica* Sauvageau, *Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen, *Lophosiphonia cristata* Falkenberg, *Hildenbrandia occidentalis* Setchell, *Gelidiella antipai* Celan et la phase *Petrocelis cruenta* J. Agardh de *Mastocarpus stellatus* (Stackhouse) Guiry. Pour chaque espèce sont données les conditions écologiques et la distribution géographique, ainsi que les observations morphologiques, anatomiques et phénologiques.

KEY WORDS : seaweeds, distribution, Canary Islands.

INTRODUCTION

The first general account of the seaweed flora of the Canary Islands was given by Børgesen (1925-30). Later, Gil-Rodriguez & Afonso-Carrillo (1980) and Afonso-Carrillo & Sansón (1989) have summarized floristic data. More recently, Sansón *et al.* (1991) have reported new records of Florideophyceae.

The present investigation was prompted by the collection at Tenerife of several previously unreported marine algae.

MATERIAL AND METHODS

Specimens were collected between 1990 and 1991 at Puerto de la Cruz and Punta del Hidalgo, in the N and NE of Tenerife (Canary Islands) respectively and were deposited at TFC. Permanent slides for anatomical studies were prepared from specimens preserved in 4% formalin in sea water, sectioned by hand with a razor blade and mounted in 20% aqueous "Karo" dextrose. Camera lucida drawings and

photomicrographs were obtained with the use of a Zeiss microscope. Herbarium abbreviations follow Holmgren *et al.* (1981).

RESULTS AND DISCUSSION

Anadyomene saldanhae **Joly et Oliveira-Filho (Anadyomenaceae, Chlorophyta)** (Fig. 1)

Eight species of *Anadyomene* are known from the Atlantic Ocean, with only one species, *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh, previously reported from the Eastern Atlantic (Littler & Littler, 1991).

Anadyomene saldanhae, generally considered a deep-water species, was originally described from material dredged from 85 m in the Brazilian coast (Joly & Oliveira-Filho, 1969) and later collected in deep-water habitats at different Caribbean localities from Bermuda to Brazil (Norris & Olsen, 1991). This species has also been recently reported as growing on mangrove roots at the intertidal areas in Belize (Littler & Littler, 1991).

Plants examined have foliose blades up to 30 mm tall and agree with previous accounts of the species. According to Littler & Littler (1991) the most distinctive characters of *A. saldanhae* (Fig. 1) are the absence of overlappings cells within the eperforate blade, the random arrangement of interstitial cells following repeated polychotomous divisions, and the outer margin composed of small spherical cells.

A. saldanhae was collected in the intertidal at Puerto de la Cruz and Punta del Hidalgo (Tenerife) growing epilithic in the middle eulittoral under low light intensity habitats or in tide pools as an epiphyte of *Galaxaura rugosa* (Ellis et Solander) Lamouroux [TFC (Phyc) 5840, 6826, 6866, 6985].

Pseudolithoderma adriaticum **(Hauck) Verlaque (Lithodermataceae, Phaeophyta)**

This species has been reported to be found in the Adriatic Sea as well as in the Eastern and Western shores of the Mediterranean Sea (Athanasiadis, 1985; Verlaque, 1988). According to Verlaque (1988) the report from the French Atlantic (Hamel, 1931-39) correspond "sans aucun doute to *Pseudolithoderma roscoffense* Loiseaux.

Sterile plants collected in the Canary Islands agree with the description given by Athanasiadis (1985, as *Lithoderma adriaticum* Hauck) and Verlaque (1988).

Fletcher (1987) has pointed out that *P. roscoffense* Loiseaux from the British Isles and Brittany (France) appears to show a marked similarity with the description given by Hamel (1931-39) of *Pseudolithoderma adriaticum* (as *Lithoderma*). According to Verlaque (1988), *P. adriaticum* is only differentiated by the thinner crust and the barely bigger cell dimensions. It seems possible that *P. roscoffense* is conspecific with *P. adriaticum*, but further studies are needed before this matter can be firmly settled.

P. adriaticum was collected at Puerto de la Cruz and Punta del Hidalgo growing epilithic in exposed habitats of the middle and low eulittoral [TFC (Phyc) 6979, 6981, 7083].

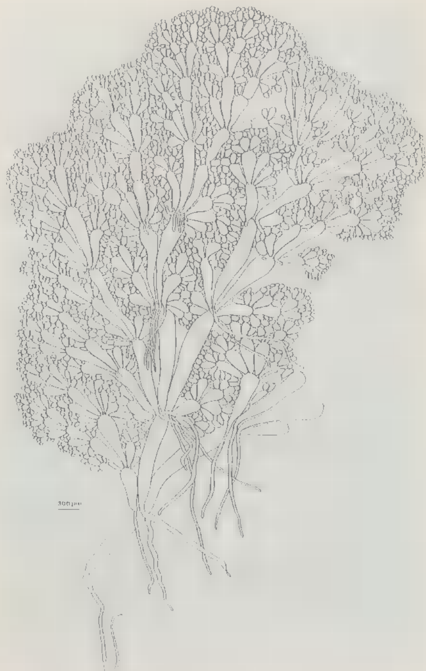


Fig. 1 - *Anadyomene saldanhae* Joly et Oliveira-Filho. Habit.

Zanardinia prototypus **(Nardo) Nardo (Cutleriaceae, Phaeophyta)**

This species has been recorded to be found from the Eastern North Atlantic from the British Isles down to Tangier (Morocco), as well as in Azores and the Western Mediterranean Sea (Ardré, 1970).

The Canarian material agrees with previous accounts of this taxon (see Ardré, 1970; Fletcher, 1987). In section, the medulla of thick-walled cells is surrounded by an upper cortex of up to 5 cells arranged in vertical rows and a lower cortex of 1-2 cells.

Z. prototypus was collected at Puerto de la Cruz, growing epilithic in low light intensity habitats under *Gelidium canariense* (Grunow) Seoane-Camba, *G. arbuscula* Bory ex Børgesen and *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret in exposed tide pools. Antheridial plants were collected in May [TFC (Phyc) 5854].

Cystoseira mauritanica **Sauvageau (Cystoseiraceae, Phaeophyta)** (Fig. 2)

This is a poorly known species only previously reported in Mauritania (Sauvageau, 1912) and the Spanish South Western Mediterranean shore (Oliveras-Plá & Gómez-Garreta, 1989).

The Canarian material examined (Fig. 2) is in good agreement with the description given by Sauvageau (1912) and with the type material housed at PC (Gómez-Garreta, pers. com.). Plants are up to 30 cm in height, usually solitary, non caespitose and attached by a conical disc. The axis is cylindrical, unbranched and bearing ovoid, smooth, dark-brown tophules. Lateral branch systems radial, up to 20 cm long, with bluish iridescence, repeatedly branched and bearing spine-like appendages "*Cystoseira abies-marina* type". Receptacles were not observed.

C. mauritanica was collected at Punta del Hidalgo growing in tide pools [TFC(Phyc) 6935, 6988].

Coelothrix irregularis **(Harvey) Borgesen (Champiaceae, Rhodophyta)** (Figs 3, 4)

According to Van den Hoek (1982), this species is world wide spread found in tropical and warm temperate coasts. In the North Eastern Atlantic this species has been only recorded in Portugal (Ginsburg-Ardré, & Palminha, 1964). The paucity of recording of this species from the Eastern Atlantic is possibly due, as it was pointed out by Taylor (1960) and Ginsburg-Ardré & Palminha (loc. cit.), to misidentifications of taxa with similar habits, as *Wurdemannia miniata* (Draparnaud ex A.P. De Candolle) Feldmann et Hamel and *Gigartina acicularis* (Roth) Lamouroux.

Sterile plants collected in the Canary Islands are in good agreement with previous accounts of the species (Børgesen, 1915-20; Taylor, 1960). Plants are 1-3 cm high, bluish-iridescent and with hollow terete branches (Fig. 3-4) frequently interadherent and fusing.

C. irregularis was collected at Puerto de la Cruz growing epilithic in tide pools, as an epiphyte of *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder and in low light habitats from the eulittoral entangled with *Griffithsia opuntioides* J. Agardh, *Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins et Hervey and *Gastroclonium reflexum* (Chauvin) Kützing [TFC(Phyc) 5789, 7239].

Lophosiphonia cristata **Falkenberg (Rhodomelaceae, Rhodophyta)** (Fig. 5)

This species has been commonly reported from the Western Mediterranean Sea (Falkenberg, 1901; Coppejans & Boudouresque, 1976; Cormaci *et al.*, 1979; Bal-

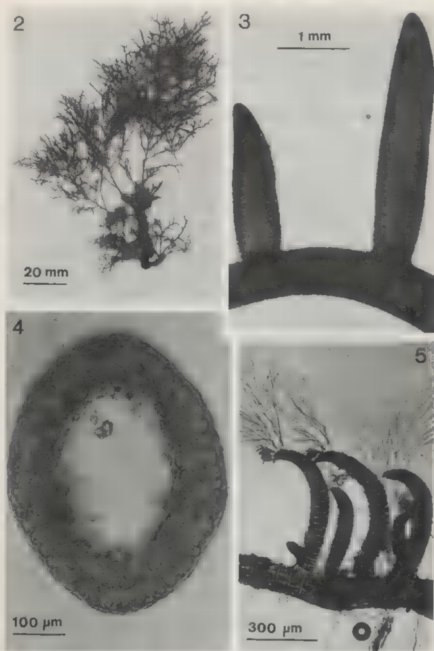


Fig. 2-5 - Fig. 2: *Cystoseira mauritanica* Sauvageau. Habit. Figs 3-4: *Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen. Fig. 3: Detail of the habit. Fig. 4: Transverse section of branch. Fig. 5: *Lophosiphonia cristata* Falkenberg. Detail of the habit.

Islands (Audiffred & Weisscher, 1984). Sterile plants collected in the Canary Islands agree with previous descriptions. From the creeping axes arise erect axes, of 6-12 pericentral cells, with the apices strongly curved and with a conspicuous crest of pseudo-dichotomous trichoblasts (Fig. 5). *L. cristata* was collected at Punta del Hidalgo growing in middle eulittoral caespitose communities with *Taenioma perpusillum* (J. Agardh) J. Agardh, *Sphacelaria tribuloides* Meneghini and *Ceramium codii* (Richards) Mazoyer [TFC(Phyc) 6920].

***Hildenbrandia occidentalis* Setchell (Hildenbrandiaceae, Rhodophyta)** (Figs 6-8)

This species has been reported to ground in California (the type locality), the Eastern Atlantic Ocean in Portugal (Ardré, 1959, 1970) and the Western Mediterranean (Ballesteros, 1990).

Plants collected in the Canary Islands form crusts dark purplish-red, nearly black when dry, 350-450 µm thick; cells of erect filaments 3-4 µm wide by 4-5 µm high; conceptacles numerous in April-May, scattered to 150 µm wide by to 300 µm high (Fig. 6-7); tetrasporangia transversely zonately divided, 8-12 µm wide by 25-40 µm high (Fig. 8).

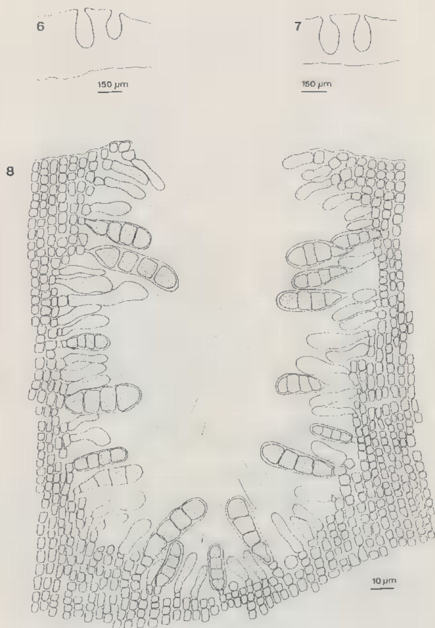
According to Denizot (1968) the criteria currently used for segregating species into *Hildenbrandia* are insufficient and are in need of revision. Species are mainly differentiated in basis to the type of tetrasporangia division (zonate versus irregular or obliquely cruciate), crust thickness and conceptacle morphology. *Hildenbrandia canariensis* Børgesen, the other species with tetrasporangia transversely zonately divided previously reported from the Canary Islands, differs from *Hildenbrandia occidentalis* mainly by the spherical chamber of the conceptacle and the well developed conceptacle roof with a smaller ostiole (see Børgesen, 1925, Fig. 5). *H. occidentalis* was collected at Puerto de la Cruz, growing epilithic in low light habitats in the middle and low eulittoral [TFC(Phyc) 7111].

***Gelidiella antipai* Celan (Gelidiellaceae, Rhodophyta)** (Figs 9-14)

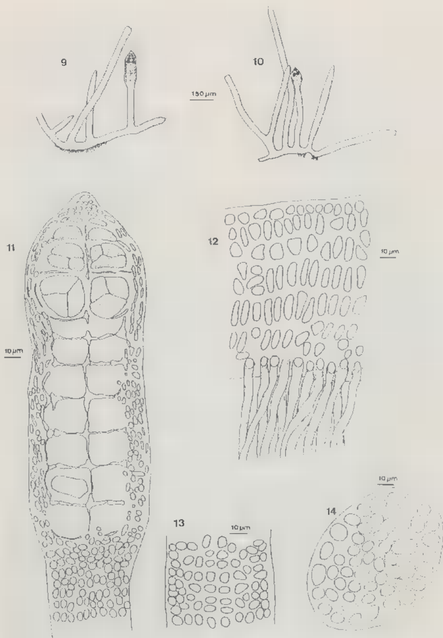
This species has been recorded from different localities in the Eastern and Western Mediterranean Sea (Boudouresque, 1972; Cormaci *et al.*, 1979; Athanasiadis, 1985). According to Boudouresque (1972), *Gelidiella stichidiospora* Dawson from the Mexican Pacific is morphologically identical to this species.

Plants collected in the Canary Islands agree with the description given by Boudouresque (1972). The minute thallus, the terminal cylindrical stichidia on erect axes and the production of tetrasporangia in two regular ranks (Fig. 9-11) distinguish this species from other members of the genus. Plants studied (Fig. 9-10) consist of creeping axes, 40-50 µm in diameter attached to at intervals by groups of hialine rhizoids arising from cortical cells (Fig. 12), and erect axes with similar diameter, 1 mm tall. In surface view, erect axes show rounded cortical cells fairly widely spaced (Fig. 13), nevertheless, creeping axes show cortical cells transversely elongated (Fig. 12). Transverse section of axes show a medulla of widely spaced rounded cells, without rhizines, surrounded by morphologically similar cortical cells (Figs. 14).

G. antipai was collected at Punta del Hidalgo growing on the surface of undetermined crustose coralline algae from exposed habitats in the lower eulittoral [TFC(Phyc) 6939].



Figs 6-8: *Hildenbrandia occidentalis* Setchell. Figs 6-7: Transverse sections showing conceptacles. Fig. 8: Section of conceptacle with tetrasporangia.



Figs 9-14: *Gelidiella antipai* Celan. Figs 9-10: Habit. Fig. 11: Detail of stichidium showing tetrasporangia in two regular ranks. Fig. 12: Detail of creeping axis showing hialine rhizoids. Fig. 13: Surface view of erect axis. Fig. 14: Transverse section of erect axis.

"*Petrocelis cruenta* J. Agardh" phase (Gigartinaceae, Rhodophyta)

Guiry & West (1983) showed that *Mastocarpus stellatus* (Stackhouse) Guiry (as *Gigartina*) growing in the North Atlantic exhibited two basic types of life history: (1) a heteromorphic-type in which dioecious plants alternate with crustose plants bearing tetrasporangia (*Petrocelis* -like tetrasporophyte) and, (2) [redacted] direct-type in which carpospores give rise to foliose plants, and tetrasporangia are not formed, and consequently reduced *Petrocelis cruenta* to a synonym of *Mastocarpus stellatus*.

According to Guiry *et al.* (1984) *M. stellatus* is found in the Eastern Atlantic from Northern Russia to Portugal and from Morocco possibly to Rio de Oro, Mauritania.

Gametic plants of *M. stellatus* have been reported in the Canary Islands by Afonso-Carrillo & Gil-Rodriguez (1980). Nevertheless, at this moment, the sporophyte were unreported. Sterile plants of "*Petrocelis cruenta*" studied agree with the description given by Dixon & Irvine (1977). These plants were collected at Puerto de la Cruz in pebbles at 2 m depth growing on *Spongites wildpretii* Afonso-Carrillo [TFC(Phyc) 5871].

ACKNOWLEDGEMENTS

We [redacted] grateful to Dr A. Gómez-Garreta for her assistance in the identification of *Cystoseira mauritanica*. This work has been supported by the PB 89-0601 project from the Spanish DGICYT.

REFERENCES

AFONSO-CARRILLO J. & GIL-RODRIGUEZ M.C., 1980 - Datos para la flora marina de la isla de Fuenteventura. *Vieraea* 10: 147-170.

AFONSO-CARRILLO J. & SANSÓN M., 1989 - *Clave para la determinación de los macrófitos bentónicos* marinos de las Islas Canarias. Departamento de Biologia Vegetal. Universidad de La Laguna. 55 p.

ARDRÉ F., 1959 - Un intéressant *Hildebrandtia* du Portugal. *Rev. Algol., N.S.* 4: 227-237.

ARDRÉ F., 1970 - Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I - La Flore. *Portug. Act. Biol. (B)* 10: 137-555.

ATHANASIADIS A., 1985 - North Aegean marine algae. I. New records and observations from the Sithonia Peninsula, Greece. *Bot. Mar.* 28: 453-468.

AUDIFFRED P.A.J. & WEISSCHER F.L.M., 1984 - Marine algae of Selvagem Grande (Salvage Islands, Macaronesia). *Bol. Mus. Mun. Funchal* 36: 5-37.

BALLESTEROS E., 1990 - Check list of benthic marine algae from Catalonia (North-Western Mediterranean). *Treballs de l'Institut Botànic de Barcelona* 13: 5-52.

BØRGESEN F., 1915-1920 - The marine algae of the Danish West Indies. III. Rhodophyceae. *Dansk. Bot. Ark.* 3: 1-498.

BØRGESEN F., 1925-1930 - Marine algae from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. I - Chlorophyceae, II - Phaeophyceae, III - Rhodophyceae, part 1, 2, 3. *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* 5(3): 1-123 (1925); 6(2): 1-112 (1926); 6(6): 1-97 (1927); 8(1): 1-97 (1929); 9(1): 1-159 (1930).

BOUDOURESQUE C.-F., 1972 - Végétation marine de l'Ile de Port Cros (Parc National). IX. Sur *Gelidiella antipai* Marie Celan (Gelidiales). *Bull. Soc. Phycol. Fr.* 17: 1-8.

COPPEJANS E. & BOUDOURESQUE C.-F., 1976 - Végétation marine de l'Ile de Port Cros (Parc National). XII. Sur *Acrochaetium molinieri* sp. nov. et *Lophosiphonia cristata* Falkenberg. *Giorn. Bot. Ital.* 110: 219-229.

CORMACI M., FURNARI G. & SCAMMACCA B., 1979 - Ricerche floristiche sulle alghe marine della Sicilia Orientale. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. ser. IV,* 13: 27-44.

DENIZOT M., 1968 - *Les algues floridées encroutantes (à l'exclusion des Corallinacées).* Paris. Muséum National d'Histoire Naturelle. 310 p.

DIXON P.S. & IRVINE L.M., 1977 - *Seaweeds of the British Isles. I. Rhodophyta. Part I. Introduction, Nemaliales and Gigartinales.* London. British Museum (Natural History). 252 p.

FALKENBERG P., 1901 - Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel, in Fauna und Flora des Golfes von Neapel. *Zool. Stat. Neapel* 26: 1-754.

FLETCHER R.L., 1987 - *Seaweeds of the British Isles. Vol. III. Fucophyceae (Phaeophyceae). Part I.* London. British Museum (Natural History). 359 p.

GIL-RODRIGUEZ M.C. & AFONSO-CARRILLO J., 1980 - *Catálogo de las algas marinas bentónicas (Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta) para el Archipélago Canario.* Aula de Cultura de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife. 47 p.

GINSBURG-ARDRÉ F. & PALMINHA F., 1964 - Extension de l'aire de répartition de *Coelothrix irregularis* (Harvey) Börgesen (Rhodophyceae, Champiaceae). *Rev. Algol.,* n.s., 7: 325-331.

GUIRY M.D. & WEST J.A., 1983 - Life history and hybridization studies on *Gigartina stellata* and *Petrocelis cruenta* (Rhodophyta) in the North Atlantic. *J. Phycol.* 19: 474-494.

GUIRY M.D., WEST J.A., KIM D.-H. & MASUDA M., 1984 - Reinstatement of the genus *Mastocarpus* Kützing (Rhodophyta). *Taxon* 33: 53-63.

HAMEL G., 1931-1939 - *Phéophycées de France.* Paris. XLVII + 432 p. [fasc. I, pp. 1-80 (1931), fasc. II, pp. 81-176 (1935), fasc. III, pp. 177-240 (1937), fasc. IV, pp. 241-336 (1938), fasc. V, pp. 337-432, I-XLVII (1939)].

HOEK C. van den, 1982 - The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature regulation of their life histories. *Biol. J. Linn. Soc.* 18: 81-144.

HOLMGREN P.K., KEUKEN W. & SCHOFIELD E.K., 1981 - *Index Herbariorum. Pt. I. The Herbaria of the World.* Ed. 7, Bohn, Scheltema & Holkema. Utrecht [Regnum Vegetabile Vol. 106.]

JOLY A.B. & OLIVEIRA-FILHO E.C. De, 1969 - Notes on Brazilian algae. II. A new *Anadyomene* of the deep water flora. *Phykos* 7: 27-31.

LITTLER D.S. & LITTLER M.M., 1991 - Systematics of *Anadyomene* species (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in the tropical western Atlantic. *J. Phycol.* 27: 101-108.

NORRIS J.N. & OLSEN J.L., 1991 - Deep-water green algae from the Bahamas, including *Cladophora vandenhoekii* sp. nov. (Clodophorales). *Phycologia* 30: 315-328.

OLIVERAS-PLÁ M.A. & GÓMEZ-GARRETA A., 1989 - Corologia del género *Cystoseira* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales). *Anal. Jard. Bot. Madrid* 46: 89-97.

SANSÓN M., REYES J. & AFONSO-CARRILLO J., 1991 - Contribution to the seaweed flora of the Canary Islands: new records of Florideophyceae. *Bot. Mar.* 34: 527-536.

SAUVAGEAU C., 1912 - A propos de *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. *Bulletin de la Station Biologique d'Arcachon* 14: 133-556.

TAYLOR W.R., 1960 - *Marine algae of the Eastern tropical and subtropical coasts of the Americas.* University of Michigan Press, Ann Arbor. 870 p. Reprint 1967.

VERLAQUE M., 1988 - Végétation marine de la Corse (Méditerranée). VII. Documents pour la flore des algues. *Bot. Mar.* 31: 187-194.

TIFFANIELLA CAPITATUM (CERAMIACEAE, RHODOPHYTA) EN LAS COSTAS ATLÁNTICAS DE EUROPA

I. BARBARA*, J. CREMADES** y M.C. LOPEZ RODRIGUEZ**

* Departamento de Biología Animal y Biología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña. 15071 La Coruña. España.
** Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Santiago. 15071 Santiago de Compostela. España.

RESUMEN - Se describen los individuos de *Tiffaniella capitatum* (Bornet) Doty et Meñez recolectados en la costas de Galicia (N.O. de la Península Ibérica), así como las comunidades en las que dicha especie se integra. Esta ceramiácea es una novedad para las costas atlánticas de Europa y ha sido escasamente citada en las del Mediterráneo occidental.

ABSTRACT - Description of specimens of *Tiffaniella capitatum* (Bornet) Doty et Meñez collected on the coast of Galicia (NW Iberian peninsula) is presented and the communities in which the specimens occurred are given. This ceramiacean, for which very few reports exist from the western Mediterranean, is cited here for the first time on the European Atlantic coast.

KEY WORDS: *Tiffaniella capitatum*, Ceramiaceae, iberian peninsula, biogeography, morphology, reproduction, communities.

INTRODUCCION

El género *Tiffaniella*, incluido en la tribu Spermothamnieae Schmitz, fue segregado de *Spermothamnion* Areschoug por Doty & Meñez (1960) tomando como elementos diagnósticos la formación de polisporocistes, la presencia de rizoides hinchados y la ausencia de filamentos involucrales alrededor del gonimoblasto. Actualmente incluye diez especies, generalmente epífitas de *Codium* spp., ampliamente distribuidas en los mares cálidos y templados.

En las comunidades de algas bentónicas marinas sobre sustrato arenoso de Galicia, aparece frecuentemente una *Tiffaniella* que, a pesar de su hábitat, por su morfología vegetativa y reproductiva hemos identificado como *T. capitatum* (Bornet) Doty et Meñez [≡ *Spermothamnion capitatum* Schousboe ex Bornet (1892)], especie no señalada en las costas atlánticas europeas.

MATERIAL Y METODOS

El material ha sido estudiado en fresco o previa fijación con agua marina formol ada al 4%. Se realizaron preparaciones semipermanentes en Karo al 25-50% y pliegos de herbario, que fueron depositados en el herbario SANT-Algae de la Univer-

sidad de Santiago de Compostela. Los dibujos se realizaron utilizando cámara clara. Para la confección de los inventarios florísticos se usaron los índices de cobertura y sociabilidad de Braun-Blanquet (1951).

RESULTADOS

Descripción

Talo filamentoso no corticado, de color rojo intenso o rosado, que forma céspedes densos de hasta 15 mm de alto (Fig. 1A), constituido por ejes erguidos que parten de un sistema de ejes postrados ramificados, con células de 200-300 µm x 40-60 µm. Estas presentan generalmente un único rizoide unicelular y ensanchado, de (100)150-200(600) µm que, a veces, puede ser más o menos alargado (Fig. 1J-K). Los rizoides se originan en la parte ventral de un extremo de la célula del eje postrado, mientras que los ejes erguidos en la parte dorsal del extremo opuesto; sin embargo, algunos rizoides y ejes se pueden originar en la parte media de las células del eje postrado (Fig. 1K). En algunas ocasiones se ha observado la presencia de una pequeña célula isodiamétrica intermediaria entre el rizoide y la célula del eje postrado (Fig. 1I), pero no por ello se pueden considerar pluricelulares como los ilustrados por Boergesen (1930: 15, Fig. 4a) en *T. gorgoneum* (Montagne) Doty et Meñez. Los ejes erguidos presentan ramificaci"n unilateral o pseudodicotómica de hasta quinto orden y están constituidos por células de (200)300-400(550) x (30)40-50(80) µm, (4)6-8(10) veces más largas que anchas (Fig. 1A).

Gametófitos dioicos. Espermatocistóforos pedicelados, de 100-150 x 30-50 µm, en series unilaterales en la parte superior de los ejes erguidos (Figs. 1B, 2A-G). Rama carpogonial cuatricelular que se origina en la célula subapical de ramas laterales fértiles (de tres o cuatro células), que se disponen de manera opuesta o unilateral sobre los ejes erguidos (Fig. 1C-E). La célula subapical forma dos células pericentrales (una fértil y otra estéril) y la célula soporte de la rama carpogonial, que a su vez forma una célula terminal estéril (Fig. 2H-K). Cada procarpo (Fig. 2L) tiene dos células auxiliares que, posteriormente, se fusionan con la célula subapical y la hipógina, adoptando el conjunto la forma de una gran célula en "T" (Fig. 2M). Carposporófito aproximadamente esférico, de hasta 400 µm de diámetro, y sin filamentos involucrales (Fig. 2M).

En algunas ramas fértiles fue observada la formación de dos procarpos (Fig. 2N). Se origina en primer lugar el inferior partiendo de la célula subapical o segunda célula del eje fértil, esta célula, debido a que la apical sufre una división transversal, se convierte en la tercera célula del eje, y en la nueva subapical se desarrolla el segundo procarpo. Este fenómeno fue observado anteriormente en *Spermothamnion pinnatum* Gordon por Gordon (1972: 117, Fig. 38B), en *Spermothamnion repens* (Dillwyn) Rosenvinge por Gillis & Coppejans (1982: 223, Fig. 47) y en *Tiffaniella feldmannae* (Huvé) Gillis et Coppejans por Huvé (1972: 69, Fig. 11; como *Spermothamnion*).

Polisporocistes ovados o casi esféricos de hasta 150x110 µm (Fig. 1H), aislados o en parejas sobre pedicelos unicelulares, opuestos o unilaterales a lo largo del eje erecto (Fig. 1F-G).

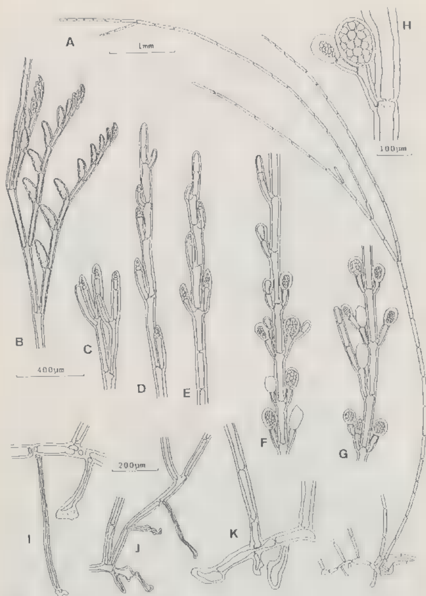


Fig. 1: *Tiffaniella capitatum.* A, hábito; B, detalle de un gametófito masculino; C-E, partes apicales de gametófitos femeninos; F-G, partes medias del esporófito; H, polisporocistes; I-K, sistema postrado con rizoides y ejes erguidos. SANT-Algae 4708 (B-E, I y K), SANT-Algae 4709 (F-H y J), SANT-Algae 4712 (A).

Fig. 1: *Tiffaniella capitatum.* A, habit; B, male gametophyte in detail; C-E, apex of female gametophyte; F-G, axes of sporangial thallus; H, polysporangia; I-K, postrate system with rhizoids and erect axes. SANT-Algae 4708 (B-E, I y K), SANT-Algae 4709 (F-H y J), SANT-Algae 4712 (A).



Fig. 2: *Tiffaniella capitatum.* A-G, desarrollo del espermatocistóforo; H-L, desarrollo del procarpo; M, detalle del carposporófito en el que se observa la célula de fusión y la ausencia de filamentos involucrales; N, formación de dos procarpos en un mismo eje fértil. sa, célula subapical; p, célula pericentral; ce, célula estéril; 1-4, rama carpogonial; cf, célula de fusión. SANT-Algae 4708 (N), SANT-Algae 4715 (A-L, M).

Fig. 2: *Tiffaniella capitatum.* A-G, development of spermatangial head; H-L, development of procarp; M, carposporophyte without involucrum around the gonimoblast, showing a large fusion cell; N, two procarps on the same fertile axis. sa, subapical cell; p, pericentral cell; ce, sterile cell; 1-4, carpogonial branch; cf, fusion cell. SANT-Algae 4708 (M), SANT-Algae 4715 (A-L, N).

Fenología

Tiffaniella capitatum en Galicia ha sido recolectada en febrero, marzo, mayo, junio y diciembre. Los espermatocistes, carpogonios y gonimoblastos fueron observados en febrero y los polisporocistes en febrero, mayo y junio.

Los gametófitos masculinos y femeninos aparecieron en diferentes localidades y años sucesivos únicamente en febrero, mes de más baja temperatura del agua. Esto hace suponer que en las costas gallegas *T. capitatum* presenta una marcada fenología, hecho que difiere con las observaciones realizadas en Canarias por Sanson (1991), quien encuentra en febrero, junio, octubre y diciembre, todo tipo de estructuras reproductoras.

Hábitat

Se encuentra en el litoral medio e inferior, sobre arena y sustratos duros como roca y *Balanus* sp., formando densos céspedes que acumulan arena (Tabla I, inventarios 1-6). Pueden ser monoespecíficos o mixtos con especies cespitosas características de medios arenosos como: *Pterosiphonia pennata, Spermothamnion repens* var. *turneri, Audouinella floridula, Gastroclonium reflexum, Ophidocladus simpliciusculus* y *Falkenbergiella caespitosa*. También aparece, formando poblaciones dispersas, en el estrato basal de la vegetación de *Gracilaria verrucosa, Plocamium cartilagineum, Fucus serratus, Cystoseira baccata* y *C. tamariscifolia* y, esporádicamente, tapizando el talo de *Codium tomentosum* var. *mucronatum* (Tabla I, inventarios 7-12).

Distribución

Atlántico norte: Marruecos (Bornet, 1892), Canarias (Boergesen, 1930), Azores (Ardré *et al.*, 1973).

Mediterráneo occidental: Argelia (Bornet, 1892), Península Ibérica (Conde & Seoane, 1982).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tiffaniella capitatum es considerada una especie epífita de *Codium* spp. (Bornet, *op. cit.*; Boergesen, *op. cit.*; Feldmann-Mazoyer, 1940; Gayral, 1961; Viera, 1985; Sanson, *op. cit.*), al igual que la mayoría de los representantes del género, excepto *T. snyderae* (Farlow) Abbott, especie saxícola, y *T. cymodoceae* (Boergesen) Gordon, que es epífita de *Cymodocea* C. Koning y *Codium* Stackhouse. Sin embargo, en el noroeste peninsular *T. capitatum* apenas se encuentra sobre *Codium* y [redacted] un taxon abundante en diversas comunidades arenosas. Un hecho similar lo encontramos en placas experimentales de fibra de vidrio, para el estudio del "Fouling", en las que es común encontrar ámplios recubrimientos de especies generalmente epífitas de *Codium* como: *Audouinella botryocarpa, Pedobesia solierii* y *Feldmannia irregularis* (Kützing) Hamel (Guillermes, 1992). La validez taxonómica del hábitat, sobre todo en las especies epífitas, puede ser muchas veces discutible, como sucede en *Audouinella* Bory (cf. Baardseth, 1941; Woelkerling, 1970). Por ejemplo, *A. botryocarpa* especie descrita sobre *Scytosiphon* C. Agardh, posteriormente ha sido señalada sobre muy diversos sustratos y en distintas regiones geográficas (cf. Woelkerling, *op. cit.*; Guiry *et al.*, 1987).

Las características morfológicas y anatómicas del material estudiado permiten identificarlo como *T. capitatum*, por lo que las variaciones observadas [redacted] el hábitat, con respecto al señalado por otros autores, se pueden interpretar como una ampliación en el conocimiento de su rango ecológico, sobre todo si se tiene en cuenta que han

Table I – Communities in which *Tiffaniella capitatum* occurred. Abbreviations: LL lower littoral, ML mid littoral, SE semi-exposed locality, SH sheltered locality, SA sand, RO rock, SR sandy rock, MR muddy rock, e epiphytic, z epizoic.

Number of the sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Date	150592	240690	190292	150592	260290	221291	260290	150292	200392	070289	070289	200392
Littoral level	LL	ML	LL	LL	ML	ML	ML	LL	ML	LL	LL	LL
Exposure	SH	SH	SE	SH	SE	SE	SE	SE	[illegible]	SH	SH	SH
Sustratum	SR	RO	SR	SR	SA	SR	SR	SR	RO	MR	MR	RO
Surface (dm²)	0,25	1	0,25	1	1	1	1	9	25	4	4	100
Cover (%)	100	100	100	80	100	95	100	90	100	80	100	100
Tiffaniella capitatum (Bornet) Doty et Meñez	5·5	3·3	5·5	2·2	1·2	1 2	+	1·1	1·1	+e	1·1z	+·2z
Pterosiphonia pennata (C. Agardh) Falkenberg	.	.	1·1	1·1	4·4	2·2	1·3	1·1	.	.	.	.
Spermothamnion repens var. *turneri* (Roth) Rosenvinge	.	.		.	1·1	.	.	1·1	.	.	.	.
Audouinella floridula (Dillwyn) Woelkerling			.	.	+·2	.	+	3·3	.	.	.	.
Falkenbergiella caespitosa Pocock	.	.	.	.	+·1		+·1	.	.	.	.	.
Gastroclonium reflexum (Chauvin) Kützing	.	.	.	3·2	.	+·1	.	.	.	.	.	.
Ophidocladus simpliciusculus (P. & H. Crouan) Falkenberg	.	.	.	.	.	2·2	.	.	.	.	.	.
Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kutzing	.	+·1	+·1		+·1		.	.	+·1z	.	.	.
Erythrotrichia carnea (Dillwyn) J. Agardh	+·1e	+·1e	+·1e	+·1e	+·1e	+·1e	.	+·1e	+·1e	.	+e	.
Audouinella daviesii (Dillwyn) Woelkerling	+·1e		.		.	+·1e		+·1e	+·1e	+e	+e	+e
Enteromorpha prolifera (O. F. Müller) J. Agardh	+·1e	+·1	.	.	+·1e		.	.	2·2	.	.	.
Giffordia granulosa (Smith) Hamel	.	2·1	.	+·1e		+·1		+·1e	.	.	.	.
Dermocarpa prasina (Reinsch) Bornet et Thuret		.	+·2e	.	+·2e	+·1	+·2e	.	+·2e	.	.	.
Acrosorium venulosum (Zanardini) Kylin		.	+·1e	.	.	+·1	.	.		.	.	.
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kutzing	.	+·1	+·1	+·1e	.		.	+·1e	.		+z	.
Ectocarpus siliculosus var. *confervoides* (Roth) Kjellman	.	+·1	.	.	.		.	+·1e	+·1e	.	.	.
Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh	.		.	.	+·1	.		+·1	.	+e	.	1·1e
Stylonema alsidii (Zanardini) Drew	.	+·1	.	.	.	+·1e		.	.	+e	+e	.
Pedobesia solieri Abélard et Knoepffler	.	+·1	.	.	.	+·1e	.	.	.	.	.	.
Ulva rigida C. Agardh	+·1	.	.	+·1e	.	.	.	+·1e	2·2	+e	.	+
Bryopsis plumosa (Hudson) C. Agardh		+·1	.	+·1e	.	.		.	.	+e	+z	.
Antithamnionella spirographidis (Schiffner) Wollaston		-		+·1e		+·1e	.		+·1z	.	.	.

Porphyra leucosticta Thuret	.	.		+·1e	-	-	-	+·1e	.	.	.	.
Chondria coerulescens (J. Agardh) Falkenberg	+·1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1·1	.
Porphyra umbilicalis (Linnaeus) J. Agardh	.	.	.	.			-	.	+e	.	.	+·1e
Gymnogongrus crenulatus (Turner) J. Agardh	.	.	-	.		.	.	.	+	.	.	+
Lithophyllum incrustans Philippi	.	.	.	.	1·1	.			1·1z	.	.	1·1
Grateloupia filicina (Lamouroux) C. Agardh	.	.	.	.	+·1			.	.	.	.	.
Streblocladia collabens (C. Agardh) Falkenberg	.	.	.	.	.	.	.	+·1e		+e	.	.
Dasya ocellata (Grateloup) Harvey	.	.	.	.		+·1	.	-	-	+e	+z	.
Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1·1	.	1·1
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+e	+e	.
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh ecad. *hystrix*	.	.			.		.	.	.	.	+e	+·1e
Kitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon	.	.	.	.	.	.	3·3	.	.	.	.	.
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss	.			.			.	4·3	.	.	.	.
Fucus serratus Linnaeus	.		.	.	.	.	.	.	4·4	.	.	.
Codium tomentosum var. *mucronatum* (Hamel) André		+·1	.	.	.	.	.	.	.	4·3	1·1	.
Cystoseira tamariscifolia (Hudson) Papenfuss	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3·3	.
Cystoseira baccata (Gmelin) Silva	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1·1	.	4·4
Balanus sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	3·2	+	1·1	2·2

Other species: 1 *Polysiphonia subulata* (Dillwyn) J. Agardh (+.1); 5 *Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann (+.1e), *Sphacelaria* sp. (+.1e); 6 *Pleonosporium borreri* (Smith) Hauck (+.1s); [redacted] *Holosella pachyderma* (Reinsch) Sturch (+.1e); 9 *Mastocarpus stellatus* (Stackhouse) Guiry (1.1), *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye (+), *Elachista fucicola* (Velley) Areschoug (+e), *Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins et Hervey (1.1), *Audouinella botryocarpa* (Harvey) Woelkerling (+.1z); 10 *Rhodophyllis divaricata* (Stackhouse) Papenfuss (+), *Lomentaria clavellosa* (Turner) Gaillon (+); 11 *Laurencia pinnatifida* (Hudson) Lamouroux (1.1), *Callithamnion hookeri* (Dillwyn) Gray (+e), *Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kützing (+e), *Enteromorpha crinita* (Roth) J. Agardh (+e); 12 *Polyneura hilliae* (Greville) Kylin (2.1), *Laminaria ochroleuca* Pylaie (1.1), *Pterothamnion crispum* (Ducluzeau) Nägeli (1.1z), *Aglaozonia parvula* (Greville) Zanardini stadium (1.2), *Gracilaria multipartita* (Clemente) Harvey (+), *Calliblepharis jubata* (Goodenough et Woodward) Kützing (+), *Cystoseira usneoides* (Linnaeus) Roberts (1.1), *Elachista flaccida* (Dillwyn) Areschoug (1.1e), *Anotrichium furcellatum* (J. Agardh) Baldock (+.1e), *Callithamnion tetragonum* (Withering) Gray (+.1e), *Melobesia membranacea* (Esper) Lamouroux (+.3e).

Site of samples: La Coruña: San Amaro (5, 7), Castillo de San Antón (9, 12), La Dársena (2), Santa Cristina (1, 3, 4, 6, 8). Pontevedra: península de Placeres (10, 11).

sido también estudiados ejemplares marroquíes (país de la localidad clásica) recolectados en un hábitat similar.

La presencia de *Tiffaniella capitatum* en las costas atlánticas de la Península Ibérica supone una importante ampliación de su area de distribución. Su aparición en Galicia podría sugerir su existancia en el Cantábrico.

Ejemplares de *Tiffaniella capitatum* examinados

LA CORUÑA: Ría de La Coruña, San Amaro, 29TNJ492037, con espermatocistes y carpogonios, comunidades arenosas del litoral medio junto con *Pterosiphonia pennata, Spermothamnion repens* var. *turneri* y *Audouinella floridula,* 26-II-1990, I. Bárbara, SANT-Algae 4708; ibídem, Castillo de San Antón, 29TNJ497019, aglutinando arena, junto con *Antithamnionella spirographidis,* sobre *Balanus* sp. y *Lithophyllum incrustans,* en el estrato basal de la vegetaci"n de *Fucus serratus,* 20-III-1990, I. Bárbara; ibídem, La Dársena, 29TNJ491020, con polisporocistes, junto con Giffordia granulosa en comunidades portuarias del litoral medio, 24-VI-1990, I. Bárbara, SANT-Algae 4709; ibídem, Santa Cristina, 29TNH509992, litoral medio en comunidades arenosas con *P. pennata* y *Ophidocladus simpliciusculus,* 22-XII-1991, I. Bárbara, SANT-Algae 4710; ibídem, litoral inferior junto con *P. pennata* en el estrato basal de la vegetación de Gracilaria verrucosa, 19-II-1992, I. Bárbara, SANT-Algae 4711; ibídem, con polisporocistes, litoral inferior junto con *P. pennata,* 19-II-1992, I. Bárbara, SANT-Algae 4712 y exsiccata "Algae Ibericae" N° 169; ibídem, con polisporocistes, comunidades arenosas del litoral inferior, 15-V-1992, I. Bárbara, SANT-Algae 4713.

PONTEVEDRA: Ría de Pontevedra, península de Placeres, 29TNG2695, con anteridios, junto con *Cladophora laetevirens* y *Dasya ocellata,* formando un denso recubrimiento, sobre *Codium tomentosum* var. *mucronatum,* 7-II-1989, M. C. López Rodríguez, SANT-Algae 4715.

MARRUECOS: Essaouira, sobre *Balanus* sp., junto con *P. pennata* y *Plocamium cartilagineum,* en el estrato basal de vegetación de *Halopitys incurvus* (Hudson) Batters, 22-IX-1991, E. Rolán.

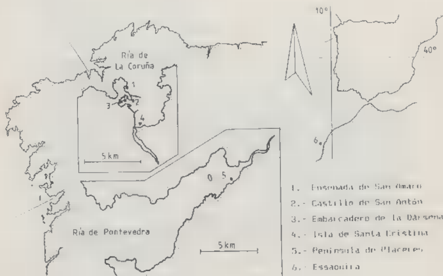


Fig. 3: Localidades muestradas.

BIBLIOGRAFIA

ARDRÉ F., BOUDOURESQUE C.F. & CABIOCH J., 1973 - Note préliminaire sur la mission "Biaçores" du N.O. Jean Charcot (Algologie). *Bull. Soc. Phycol. Fr.* 18: 30-32.

BAARDSETH E., 1941 - The marine algae of Tristan da Cunha. *Result Norw. scient. Exped. Tristan da Cunha* 1937-1938 9: 1-173.

BOERGESEN F., 1930 - Marine Algae from Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III Rhodophyceae, part III Céramiales. *Dansk. Vidensk. Seslak. Biol. Meddels.* 9,1: 1-159.

BORNET E., 1892 - Les Algues de P.K.A. Schousboe récoltées au Maroc et dans la Méditerranée de 1815 à 1828 et déterminées par M. Edouard Bornet. *Mém. Soc. nat. Sci. nat. et math. Cherbourg* 28: 165-376.

BRAUN-BLANQUET J., 1951 - *Pflanzensoziologie. grundzüge der vegetationskunde.* Wien.

CONDE F. & SEOANE J.A., 1982 - Corología de las especies de algas en relación a ciertos factores ecológicos en el litoral malagueño. *Collect. Bot.* 13(2): 783-802.

DOTY M.S. & MEÑEZ E.G., 1960 - *Tiffuniella*, a new genus in the Cearamiales. *Trans. Am. mirosc. Soc.* 79(2): 135-144.

FELDMANN-MAZOYER G., 1940 - Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée occidentale. Alger (Imprimerie Minerva), 532 pp.

GAYRAL P., 1961 - Liste commentée des algues marines nouvelles pour le Maroc, reconnues depuis 1949. *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc.* 41: 1-18.

GILLIS J. & COPPEJANS E., 1982 - Les structures de reproduction femelles de quelques Ceramiales (Rhodophyta) des côtes du Nord de la France. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 155: 209-227.

GORDON E.M., 1972 - Comparative morphology and taxonomy of the Wrangelieae, *Sphondylothamnieae* and *Spermothamnieae* (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Aust. J. Bot., Suppl. Ser. Suppl.* 4: 1-180.

GUILLERMES L., 1992 - *Composición, estructura y dinámica de las comunidades del "Fouling" algal sobre estructuras sumergidas en el puerto de Vigo (Galicia: N.O. España).* Tesis de licenciatura, Universidad de Santiago de Compostela, 72 pp.

GUIRY M.D., KEE W.R. & GARBARY D.J., 1987 - Morphology, temperature and photoperiodic responses in *Audouinella botryocarpa* (Harvey) Woelkerling (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) from Ireland. *Giorn. Bot. Ital.* 121: 229-246.

GORDON E.M., 1972 - Comparative morphology and taxonomy of the Wrangelieae. Sphondylothamnieae and Spermothamnieae (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Aust. J. Bot., Suppl. Ser. Suppl.* 4: 1-180.

HUVÉ P., 1972 - Sur la position systématique de *Spermothamnion feldmannae* P. Huvé (Rhodophycées, Céramiales, Céramiacées). *Bull. Soc. Phycol. France* 17: 66-73.

SANSON M., 1991 - Estudio de las especies de la familia ceramiáceas (Rhodophyta) en las Islas Canarias. Tesis doctoral inédita, Universidad de La Laguna, 583 pp.

VIERA M.A., 1985 - Florula y vegetación bentónica de la isla de la Graciosa. Canarias. Tesis doctoral inédita, Universidad de La Laguna, 268 pg.

WOELKERLING W.J., 1970 - *Acrochaetium botryocarpum* (Harv.) J. Ag. (Rhodophyta) in southern Australia. *Br. phycol. J.* 5: 159-171.

OUVRAGES REÇUS POUR ANALYSE

COMPERE P., 1992 - **Charophytes. Flore pratique des Algues d'eau douce de Belgique.** *Jardin Botanique National de Belgique,* 55 p.

Ce quatrième volume de la flore pratique de Belgique présente les 29 taxons de Charophytes de Belgique avec la description, des figures originales et les cartes de répartition pour le territoire belge. Un glossaire donne la définition des termes particuliers à ce groupe.

Un ouvrage très bien fait qui justifie parfaitement le nom de "Flore pratique" et qui rendra service à tous les algologues.

P. Bourrelly

LOKHORST G.F., 1992 - **Taxonomics studies in the genus *Heterococcus* ?** Cryptogamic Studies 4, 246 p., 847 fig.

L'auteur étudie à l'aide de cultures 19 espèces du genre *Heterococcus* (Xanthophycées) et décrit 6 espèces nouvelles. L'illustration est remarquable par sa précision et son abondance; elle consiste en 847 figures (dessins, et microphotographies en microscopie optique et électronique). Nous avons ainsi pour *Heterococcus crassulus* 17 figures montrant l'aspect de la colonie en suivant la germination de la zoospore jusqu'à la colonie adulte reproduisant des zoospores. Cette série de dessins est complétée par des microphotos. Une clef dichotomique permet la détermination des 19 espèces étudiées.

P. Bourrelly

AVRON M. et BEN-AMOTZ A., 1992 - ***Dunaliella:* Physiology, Biochemistry and Biotechnology.** C.R.S. Press , 1 volume, 240 p.

Ce volume collectif groupe 10 chapitre: 1- Morphologie et taxonomie (H. PREISIG, p. 1-16). 2- Appareil flagellaire, mobilité cellulaire et phototaxie (F. MARANO, pp. 17-44). 3- Photosynthèse: adaptation biochimique et physiologique (AIZAWA K. et MIYACHI S., pp. 45-61). 4- A.T.P.ases et transport des ions chez *Dunaliella* (PICK U., pp. 63-97). 5- *Dunaliella acidophila,* vie à pH 1,0 (GIMMLER H. et WEISS U., pp. 99-133). 6- Osmorégulation (AVRON M., pp. 135-164). 7- N.M.R. (Résonance magnétique nucléaire) de *Dunaliella* (BENTAL M. et DEGANI H., pp. 165-194). 8- Biologie moléculaire de *Dunaliella* (ZAMIR A., pp. 198-203). 9- Biosynthèse des β carotènes (BEN AMOTZ A. et SHAISH A., pp. 205-216). 10- Aspects nutritionel, toxicologie et thérapeutique (MOKADY S. pp. 217-229). Un index termine cet ouvrage.

Le genre *Dunaliella* groupe 28 espèces surtout marines et saumâtres avec seulement 4 espèces d'eau douce.

Comme on le voit par cette courte présentation, ce volume est une excellente synthèse de nos connaissances sur ce genre de Phytomonadines.

P. Bourrelly

MELKONIAN M., ANDERSEN R.A., SCHNEPF E., 1991 - **The Cytoskeleton of Flagellate and Ciliate Protists.** *Protoplasma*, Vol. 164, 167 p., 154 fig.

Ce volume comprend 13 articles sur le cytosquelette des Protistes.
1) ANDERSEN R.A., BARR D.J.S., LYNN D.H., MELKONIAN M., MOESTRUP O., SLEIGH M.A. - Terminology and nomenclature of the cytoskeletal elements associated with the flagellar/ciliary apparatus in protists (pp. 1-8).
2) SILFLOW C.D. - Why do tubulin gene families lack diversity in flagellate/ciliate protists ? (pp. 9-11).
3) BLOODGOOD R.A. - Transmembrane signaling in cilia and flagella (pp. 12-22).
4) BEECH P.L., HEIMANN K., MELKONIAN M. - Development of the flagellar apparatus during the cell in unicellular algae (pp. 23-37).
5) LECHTRECK K.F., MELKONIAN M. - An update on fibrous flagellar roots in green algae (pp. 38-44).
6) SLEIGH M.A. - Mechanisms of flagellar propulsion. A biologist's view of the relation between structure, motion and fluid mechanics (pp. 45-53).
7) INOUYE I., HORI T. - High-speed video analysis of the flagellar beat and swimming patterns of algae: possible evolutionary trends in green algae (pp. 54-69).
8) BRUGEROLLE G. - Flagellar and cytoskeletal systems in amitochondrial flagellates: Archamoeba, Metamonada and Parabasala (pp. 70-90).
9) TRIEMER R.E., FARMER M.A. - An ultrastructural comparison of the mitotic apparatus, feeding apparatus, flagellar apparatus and cytoskeleton in euglenoids and kinetoplastids (pp. 91-104).
10) ROBERTS K.R., ROBERTS, JULIA E. - The flagellar apparatus and cytoskeleton of the Dinoflagellates. A comparative overview (pp. 105-122).
11) LYNN D.H. - The implication of recent descriptions of kinetic structure to the systematics of the ciliated protists (pp. 123-142).
12) ANDERSEN R.A. - The cytoskeleton of chromophyte algae (pp. 143-159).
13) SANTOS, LILIA M.A., LEEDALE G.F. - *Vischeria stellata* (Eustigmatophyceae): ultrastructure of the zoospores, with special reference to flagellar apparatus (pp. 160-167).

La succincte présentation de ces 13 articles montre bien l'intérêt de ce volume complété par une excellente iconographie et une bonne bibliographie.

P. Bourrelly

TABLE DU TOME 13

Commission paritaire 16-1-1986 - N° 58611 - Dépôt légal 4e trimestre 1992 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 30 novembre 1992 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : R. Baudoin ; Secrétaire : D. Lamy
Trésorier : J. Dupont ; Directeur de la publication : H. Causse



CRYPTOGAMIE

LE PÉRIODIQUE FRANÇAIS CONSACRÉ A LA CRYPTOGAMIE

CRYPTOGAMIE est un périodique édité par l'A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), dont le siège est au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Les chercheurs de tous pays y publient leurs travaux en français, allemand, anglais, espagnol et italien, après accord des Comités de Lecture constitués de spécialistes de réputation internationale.

CRYPTOGAMIE propose trois sections:

Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Chaque section publie 4 numéros par an (tirage: 450 exemplaires).

THE FRENCH JOURNAL DEVOTED TO CRYPTOGAMY

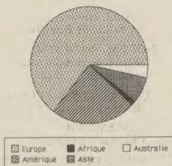
CRYPTOGAMIE is a periodical published by A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), settled at Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle. Research workers from the whole world publish their papers in French, German, English, Spanish and Italian, after acceptation by a selection commettee that comprises experts of international renown.

CRYPTOGAMIE offers to its subscribers three sections:

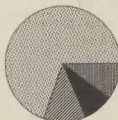
Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Each section publishes 4 numbers a year (printing: 450 ex.).

Diffusion de CRYPTOGAMIE

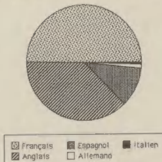


Origine des 453 articles publiés de 1986 à 1991



Europe
Afrique
Amérique
Asie

Répartition des articles publiés de 1986 à 1991 selon la langue



Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

Cryptogamie, Algol. 1992, 13 (4): 235-304